

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-090424
 (43)Date of publication of application : 31.03.2000

BEST AVAILABLE COPY

(51)Int.Cl. G11B 5/66

(21)Application number : 10-257059

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 10.09.1998

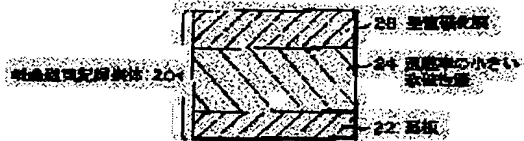
(72)Inventor : NORIHASHI HIROTAKA
 TSUBOI SHINZO
 TAGAMI MASAMICHI

(54) PERPENDICULAR MAGNETIC RECORDING MEDIUM AND MAGNETIC RECORDER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a medium having the excellent stability of recording magnetization to external magnetic fields by overcoming the unstability of the recording magnetization of a perpendicular layer magnetic recording medium to the external magnetic fields.

SOLUTION: The perpendicular magnetic recording medium 20 is made duller than heretofore in the reactivity of the magnetization of a ground surface soft magnetic film to the external magnetic fields by making the magnetic permeability of the ground surface soft magnetic film smaller than heretofore without forming the ground surface soft magnetic film as a film having good soft magnetic characteristics, by which the concentration of the magnetic flux of the external magnetic fields to the main magnetic pole of the perpendicular magnetic head is suppressed. Therefore, the perpendicular medium which with which the demagnetization or degaussing of the magnetization recorded on the perpendicular recording layer by the external magnetic fields generated from a motor for disk rotation and a motor or the like used for head positioning hardly occurs and which has the excellent stability of the recording magnetization to the external magnetic fields may be obtd.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 10.09.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-90424
(P2000-90424A)

(43)公開日 平成12年3月31日(2000.3.31)

(51)Int.Cl.
G 1 1 B 5/66

識別記号

F I
G 1 1 B 5/66

テマコード(参考)
5 D 0 0 6

審査請求 有 請求項の数16 O L (全 27 頁)

(21)出願番号 特願平10-257059

(22)出願日 平成10年9月10日(1998.9.10)

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 法橋 宏高

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
式会社内

(72)発明者 坪井 眞三

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
式会社内

(74)代理人 100065385

弁理士 山下 穰平

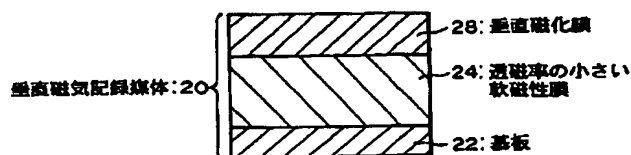
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 垂直磁気記録媒体と磁気記録装置

(57)【要約】

【課題】 垂直2層磁気記録媒体の記録磁化の、外部磁界に対する不安定性を克服し、記録磁化の外部磁界に対する安定性に優れた媒体を提供する。

【解決手段】 垂直磁気記録媒体では、下地軟磁性膜を良好な軟磁気特性をもつ膜とせず、下地軟磁性膜の透磁率を従来よりも小さくすることにより、外部磁界に対する下地軟磁性膜の磁化の反応性を従来よりも鈍化させ、垂直磁気ヘッドの主磁極への外部磁場の磁束の集中を抑制している。このために、ディスク回転用のモーターやヘッド位置決め用に用いられるモーターなどから発生する外部磁界による、垂直記録層に記録された磁化の減磁、あるいは消磁が発生しにくく、外部磁場に対して記録磁化の安定性に優れた垂直媒体とすることができる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 下地軟磁性膜と垂直磁化膜を組み合わせた垂直磁気記録媒体において、前記下地軟磁性膜の透磁率が50以上1000以下であることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項2】 下地軟磁性膜と垂直磁化膜を組み合わせた垂直磁気記録媒体において、前記下地軟磁性膜の透磁率が50以上500以下であることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項3】 下地軟磁性膜と垂直磁化膜を組み合わせた垂直磁気記録媒体において、前記下地軟磁性膜の透磁率が50以上100以下であることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項4】 請求項1乃至3のいずれか1項に記載の垂直磁気記録媒体において、前記下地軟磁性膜の全体の保磁力が20e以上300e以下であることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項5】 請求項4に記載の垂直磁気記録媒体において、前記下地軟磁性膜のうち該下地軟磁性膜において基板側から10nmまでの前記下地軟磁性膜の保磁力が300e以上であることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項6】 請求項1乃至5のいずれか1項に記載の垂直磁気記録媒体において、前記下地軟磁性膜の膜厚が300nm以下であることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項7】 請求項1乃至6のいずれか1項に記載の垂直磁気記録媒体において、前記下地軟磁性膜の材料がFeSiAl合金であることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項8】 請求項1乃至6のいずれか1項に記載の垂直磁気記録媒体において、前記下地軟磁性膜の材料が $\text{Fe}_{84.9}\text{Si}_x\text{Al}_{15.1-x}$ ($8.0 \leq x \leq 12.0$)であることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項9】 請求項1乃至6のいずれか1項に記載の垂直磁気記録媒体において、前記下地軟磁性膜の材料が $\text{Fe}_{84.9}\text{Si}_{9.6}\text{Al}_{5.5}$ (wt%)であることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項10】 請求項1乃至9のいずれか1項に記載の垂直磁気記録媒体において、前記下地軟磁性膜の材料に元素Mを添加した合金とし、前記元素MとしてTa、Ti、Zr、Mo、Nbのうち任意の2つの元素を含むことを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項11】 請求項1乃至6のいずれか1項に記載の垂直磁気記録媒体において、前記下地軟磁性膜の材料がFeTa₂Nであることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項12】 請求項1乃至6のいずれか1項に記載の垂直磁気記録媒体において、前記下地軟磁性膜の材料がFeTaNR合金であり、前記RとしてLa、Pr、

2

Nd、Sm、Euのうち任意の2つの元素を含むことを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項13】 請求項1乃至12のいずれか1項に記載の垂直磁気記録媒体において、前記垂直磁化膜の材料がCoCrR合金であり、前記RとしてPt、Ta、La、Lu、Pr、Srのうち任意の3つの元素を含むことを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項14】 垂直磁気記録媒体に情報を記録・再生する磁気記録装置において、前記垂直磁気記録媒体は基板上に下地軟磁性膜と垂直磁化膜とを順に積層しており、前記下地軟磁性膜の透磁率が50以上100以下であることを特徴とする磁気記録装置。

【請求項15】 請求項14に記載の磁気記録装置において、前記下地軟磁性膜の材料に元素Mを添加した合金とし、前記元素MとしてTa、Ti、Zr、Mo、Nbのうち任意の2つの元素を含むことを特徴とする磁気記録装置。

【請求項16】 請求項14に記載の磁気記録装置において、前記垂直磁化膜の材料がCoCrR合金であり、前記RとしてPt、Ta、La、Lu、Pr、Srのうち任意の3つの元素を含むことを特徴とする磁気記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気ディスク等として用いられる垂直磁気記録媒体及び該垂直磁気記録媒体を用いる磁気記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、パーソナルコンピュータやワークステーションの進歩に伴うハードディスクドライブの大容量化及び小型化により、記録媒体である磁気ディスクは、さらなる高面密度化が必要とされている。しかし、現在広く普及している磁気ディスクによる長手記録方式では、高記録密度を実現しようとする、記録ビットの微細化に伴う記録磁化の熱揺らぎの問題や、記録ヘッドの記録能力を超えかねない高保磁力化の問題が発生する。そこで、これらの問題を解決しつつ、面記録密度を大幅に向上できる手段として、垂直磁気記録方式が検討されている。これを実現する垂直磁気記録媒体の一つとして、高透磁率の軟磁性膜と高い垂直異方性の垂直磁化膜からなる垂直2層媒体がある。

【0003】図51は、このような垂直磁気記録媒体の従来例を示す概略断面図である。

【0004】この垂直磁気記録媒体50は、軟磁性裏打ち層52及び垂直磁化膜54がこの順に基板56上に形成されたものである。例えば、軟磁性膜としてはNiFe膜、垂直磁化膜としてはCoCr系合金が用いられる（日本応用磁気学会誌、Vol. 8, No. 1, 1984, p17）。

【0005】ここで、垂直磁気ヘッドの例を図52に示

3

して説明する。2層膜構造の垂直磁気記録媒体61は、表面にNiPメッキ処理、或いはアルマイト処理を施したアルミニウム、又はガラス等からなる非磁性のディスク基板62上に、例えば1 μ mの膜厚のNiFe膜からなる高透磁率の軟磁性層（軟磁性裏打ち層）63と、該軟磁性層63の膜厚方向に垂直な磁化容易軸を有する0.15 μ mの膜厚のCoCr膜からなる垂直記録層64とが順に積層された構成からなっている。

【0006】かかる構成の垂直磁気記録媒体61に対して情報の記録・再生を行う垂直磁気ヘッド65から記録磁界は、垂直記録層64を垂直に磁化した後、その直下の軟磁性層63を水平方向に通過して、再び垂直記録層64を垂直に通って垂直磁気ヘッド65へ帰還する磁気回路により記録される。また、既に記録された垂直記録層64から漏洩する記録磁界により、垂直磁気ヘッド65の主磁極66が磁化され、それと鎖交するコイル67に生じる電圧を再生信号として出力することによって、再生を行うことができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図51のような従来媒体では、外部磁界に対する記録磁化の不安定性が問題である。これは、今まで下地軟磁性膜52の軟磁気特性を良好にしていたために、下地軟磁性膜52の透磁率が大きく、外部磁界に対して下地軟磁性膜52の磁化が敏感に反応し、これが上述した図52に示した垂直磁気ヘッド65の主磁極66への外部磁場の磁束の集中を促すためである。このために、垂直記録層に記録された磁化の減磁、あるいは消磁が発生する。

【0008】このような外部からの浮遊磁界は、磁気ディスクと近接した位置に配置される磁気ディスク内のディスク回転用のモーターや、ヘッド位置決め用に用いられるモーターなどから発生する。これらの磁界はきわめて微弱であるものの、垂直磁気ヘッドの主磁極先端に集中すると下地軟磁性膜の磁壁移動を誘発し、記録磁化を減磁あるいは消磁してしまうことがあり、情報記憶装置としては致命的な欠陥となる。

【0009】【発明の目的】本発明の目的は、外部磁界に対する記録磁化の不安定性を克服した、外部磁界に対する記録磁化の安定性に優れた、新規な垂直磁気記録媒体を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明による垂直磁気記録媒体は、下地軟磁性膜と垂直磁化膜を組み合わせた垂直磁気記録媒体において、下地軟磁性膜の透磁率が50以上1000以下であることを特徴とする。

【0011】また、本発明による垂直磁気記録媒体は、下地軟磁性膜と垂直磁化膜を組み合わせた垂直磁気記録媒体において、下地軟磁性膜の透磁率が50以上500以下であることを特徴とする。

【0012】また、本発明による垂直磁気記録媒体は、

4

下地軟磁性膜と垂直磁化膜を組み合わせた垂直磁気記録媒体において、下地軟磁性膜の透磁率が50以上100以下であることを特徴とする。

【0013】また、本発明による垂直磁気記録媒体は、上記垂直磁気記録媒体において、下地軟磁性膜の全体の保磁力が20e以上300e以下であることを特徴とする。

【0014】また、本発明による垂直磁気記録媒体は、上記垂直磁気記録媒体において、下地軟磁性膜のうち該磁性膜において基板側から10nmまでの磁性膜の保磁力が300e以上であることを特徴とする。

【0015】また、本発明による垂直磁気記録媒体は、上記垂直磁気記録媒体において、下地軟磁性膜の膜厚が300nm以下であることを特徴とする。

【0016】また、本発明による垂直磁気記録媒体は、上記垂直磁気記録媒体において、下地軟磁性膜の材料がFeSiAl合金であることを特徴とする。

【0017】また、本発明による垂直磁気記録媒体は、上記垂直磁気記録媒体において、下地軟磁性膜の材料がFe_{84.9}Si_xAl_{15.1-x}（8.0 \leq x \leq 12.0）であることを特徴とする。

【0018】また、本発明による垂直磁気記録媒体は、上記垂直磁気記録媒体において、下地軟磁性膜の材料がFe_{84.9}Si_{9.6}Al_{5.5}（wt%）であることを特徴とする。

【0019】また、本発明による垂直磁気記録媒体は、上記垂直磁気記録媒体において、下地軟磁性膜の材料に元素Mを添加した合金とし、MとしてTa、Ti、Zr、Mo、Nbのうち任意の2つの元素を含むことを特徴とする。

【0020】また、本発明による垂直磁気記録媒体は、上記垂直磁気記録媒体において、下地軟磁性膜の材料がFeTa₂Nであることを特徴とする。

【0021】また、本発明による垂直磁気記録媒体は、上記垂直磁気記録媒体において、下地軟磁性膜の材料がFeTa₂NR合金であり、RとしてLa、Pr、Nd、Sm、Euのうち任意の2つの元素を含むことを特徴とする。

【0022】また、本発明による垂直磁気記録媒体は、上記垂直磁気記録媒体において、垂直磁化膜の材料がCoCrR合金であり、RとしてPt、Ta、La、Lu、Pr、Srのうち任意の3つの元素を含むことを特徴とする。

【0023】また、本発明による磁気記録装置は、垂直磁気記録媒体に情報を記録・再生する磁気記録装置において、前記垂直磁気記録媒体は基板上に下地軟磁性膜と垂直磁化膜とを順に積層しており、前記下地軟磁性膜の透磁率が50以上100以下であることを特徴とする。

【0024】また、本発明による磁気記録装置において、前記下地軟磁性膜の材料に元素Mを添加した合金と

5

し、前記元素MとしてTa、Ti、Zr、Mo、Nbのうち任意の2つの元素を含むことを特徴とする。

【0025】また、本発明による磁気記録装置において、前記垂直磁化膜の材料がCoCrR合金であり、前記RとしてPt、Ta、La、Lu、Pr、Srのうち任意の3つの元素を含むことを特徴とする。

【0026】【作用】本発明の垂直磁気記録媒体では、下地軟磁性膜を良好な軟磁気特性をもつ膜とせず、透磁率を従来よりも小さくすることにより、外部磁界に対する下地軟磁性膜の磁化の反応性を従来よりも鈍化させ、垂直磁気ヘッドの主磁極への外部磁場の磁束の集中を抑制している。

【0027】このために、垂直記録層に記録された磁化の減磁、あるいは消磁が発生しにくく、外部磁界に対して記録磁化の安定性に優れた垂直媒体とすることができ

る。

【0028】また、本発明の磁気記録装置では、上述の垂直磁気記録媒体をもちいることにより、外部磁界に対する下地軟磁性膜の磁化の反応性を最適化した透磁率とし、浮遊磁界の影響を容易に受けない装置とすることが

【0029】

【発明の実施の形態】本発明による実施形態について、図面を参照しつつ詳細に説明する。

【0030】【構成の説明】図1は、本発明に関わる垂直磁気記録媒体の一実施形態を示す概略断面図である。

【0031】本実施形態に関わる垂直磁気記録媒体20は、透磁率の小さい下地軟磁性膜24と、垂直磁化膜28とが基板22上に形成されたものである。

【0032】【動作の説明】下地軟磁性膜24として、以下の材料、すなわちFeSiAl膜、FeSiAlM膜、FeTaNM膜、又は、FeTaNM膜(Mは、Ta、Ti、Zr、Mo、Nbのうちの任意の2つの元素とする)を用い、下地軟磁性膜24の透磁率を低く抑えることにより、従来、下地軟磁性膜24の軟磁気特性が良好で大きな透磁率をもっていたときに発生する問題、すなわち外部磁場に対する記録磁化の不安定性を解決することができる。

【0033】

【実施例】【実施例1】

【実施例1の構成の説明】本発明の実施例について図2を参照して詳細に説明する。磁気ディスク径2.5インチの基板12上にスパッタ法により6インチのFe_{84.9}Si_{9.6}Al_{5.5}(wt%)ターゲットを用いて、Fe_{84.9}Si_{9.6}Al_{5.5}膜16を基板温度500℃で500nm成膜した。成膜条件は、初期真空度5×10⁻⁷mTorrにおいて、投入電力0.5kw、アルゴンガス圧4mTorr、成膜速度3nm/secとした。その上にCo₇₈Cr₁₉Pt₁La₂Lu₁(at%)ターゲットを用いてCo₇₈Cr₁₉Pt₁La₂Lu₁膜18を100nm成膜した。更にその上にC保護膜を10

6

nm成膜した。この媒体を従来媒体A1とする。これに対し、Fe_{84.9}Si_{9.6}Al_{5.5}膜成膜時の基板温度のみを変え、基板温度400℃、350℃、300℃、250℃、200℃、100℃、及び室温で成膜して作製した媒体を、それぞれ本発明媒体A2、A3、A4、A5、A6、A7、A8とする。また、本発明媒体A2の下地軟磁性膜の膜厚を250nm、350nmとした媒体を本発明媒体A9、従来媒体AA1とする。

【0034】【実施例1の動作の説明】各々の基板温度で成膜したFe_{84.9}Si_{9.6}Al_{5.5}膜の透磁率、膜全体の保磁力、Fe_{84.9}Si_{9.6}Al_{5.5}膜を10nmのみ成膜した膜の保磁力を測定した。各々の測定値を図3に示す。

【0035】図3において、従来媒体A1及び本発明媒体A2～A10の記録再生の実験は、単磁極ヘッド、ID/MR複合ヘッドを用いて行った。ここで、ID/MR複合ヘッド記録トラック幅は4μm、再生トラック幅は3μm、記録ギャップ長は0.4μm、再生ギャップ長は0.32μmである。また、単磁極ヘッドのトラック幅は10μm、主磁極膜厚は0.4μmである。評価は記録電流10mA_{op}、センス電流12mA、周速度12.7m/s、浮上量45nm、ノイズのバンド帯域45MHzの条件下で行った。

【0036】まず、外部磁界に対する記録磁化の安定性を調べるために、従来媒体A1、AA1及び本発明媒体A2～A9に単磁極ヘッドで信号を記録後、ヘルムホルツコイルによって媒体に直流磁場を大きさ1～300eの範囲で印加し、磁場印加前の再生出力と磁場印加後の再生出力の比較をおこなった。この結果を図4に示す。ここでは、磁場印加前の再生出力に対する磁場印加後の再生出力を百分率で示してある。FeSiAl膜は元来、磁壁構造をとらないため、垂直2層媒体の下地軟磁性膜として用いた場合、NiFe膜等、磁壁構造をとる下地軟磁性膜を用いた場合よりも単磁極ヘッドの主磁極に磁束を集中させにくく、出力信号を外部磁場に対して安定化させやすいという利点がある。

【0037】図4から分かるように、従来媒体A1、AA1は、下地軟磁性膜の軟磁気特性が良好で透磁率が十分大きく、保磁力が十分小さいため、40eの外部磁場で出力が減少し始めるが、本発明媒体A2～A9の場合、透磁率を小さくし、保磁力を比較的大きくしたため、いずれの媒体も200eの外部磁場まで出力は減少しない。この時、保磁力の値は20e～300eの範囲に分布しているが、10nmのみ成膜した場合の各々の膜の保磁力(これを便宜上、初期保磁力と呼ぶこととする)を見ると、膜全体の保磁力が20e以上を示す場合、初期保磁力は300e以上の値を示していることが分かる。

【0038】一般に、膜の成長初期層の保磁力は大きい

50

が、この成長初期層の保磁力が大きいことで膜全体の保

7

磁力を大きくすることができる。本発明媒体A 2～A 9の場合、下地軟磁性膜の透磁率が小さいこと、及び膜全体の保磁力が大きいために、外部からの磁束を単磁極ヘッドの主磁極に集中しにくくことができ、外部磁場に強い垂直2層媒体とすることができた。また、従来媒体A A 1の場合、本発明媒体A 2よりも下地軟磁性膜の膜厚が厚い分、膜全体の保磁力に占める初期保磁力の割合が小さくなり、膜全体の保磁力が本発明媒体A 2よりも小さくなり、外部磁場に対して弱くなったと考えられる。

【0039】以上のことから、下地軟磁性膜の透磁率を1000以下、膜全体の保磁力を20e～300e、初期保磁力を300e以上、下地軟磁性膜の膜厚を300nm以下とすることにより、外部磁場に強い垂直2層媒体とすることができる。

【0040】次に、再生出力の測定を行った。再生出力の記録密度依存性の測定結果を図5に示す。図5からわかるように、再生出力の大きさは、下地軟磁性膜の透磁率が大きいほど大きい。従来媒体A 1、A A 1、本発明媒体A 2、A 3、A 9は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが大きく、十分な再生出力を得ることができる。本発明媒体A 4、A 5は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが本発明媒体A 2、A 3、A 9よりも小さいため、再生出力が小さくなるが、本発明媒体A 2、A 3、A 9の再生出力の約8割であり、依然再生出力の絶対値として十分であると言える。本発明媒体A 6、A 7は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが本発明媒体A 4、A 5よりも小さいため、再生出力がさらに小さくなるが、本発明媒体A 2、A 3、A 9の再生出力の約6割であり、依然再生出力の絶対値として十分であると言える。しかし、本発明媒体A 8の場合、下地軟磁性膜の透磁率が小さすぎるため、再生出力が十分に取れない。

【0041】以上のことから、外部磁場に対する出力信号の耐久性の観点からは、本発明媒体A 2～A 9を用いる必要があるが、下地軟磁性膜の透磁率を下げすぎると、再生出力の低下を招く。このことから、下地軟磁性膜の透磁率は50以上である必要がある。そして、再生出力の観点から、下地軟磁性膜の透磁率は50以上100以下、より望ましくは50以上500以下、さらにより望ましくは50以上1000以下であることが望ましい。

【0042】また、外部磁場に対する出力信号の耐久性は、単磁極ヘッドの主磁極と下地軟磁性膜との相互作用によって起こるため、垂直磁化膜の膜厚にはあまり依存しない。このため、垂直磁化膜の膜厚をある程度変化させても同様な結果となる。

【0043】【実施例2】実施例1においてCo78Cr19PtLaLu (at%) ターゲットの代わりにCo78Cr19TaLaSr (at%) ターゲットを用いて実施例1と同様にして媒体を作製した。実施例1と同様に作製した媒体を、実施

8

例1にならい、それぞれ従来媒体B 1、B B 1、本発明媒体B 2、B 3、B 4、B 5、B 6、B 7、B 8、B 9とする。各々の基板温度で成膜したFe84.9Si9.6Al5.5膜の透磁率を測定した。各々の透磁率の値を図6に示す。

【0044】従来媒体B 1、B B 1及び本発明媒体B 2～B 9の記録再生の実験は、実施例1と同様な記録再生条件の下で行った。

【0045】まず、外部磁界に対する記録磁化の安定性を調べるために、従来媒体B 1、B B 1及び本発明媒体B 2～B 9に単磁極ヘッドで信号を記録後、ヘルムホルツコイルによって媒体に直流磁場を大きさ1～300eの範囲で印加し、磁場印加前の再生出力と磁場印加後の再生出力の比較をおこなった。この結果を図7に示す。ここでは、磁場印加前の再生出力に対する磁場印加後の再生出力を百分率で示してある。

【0046】図7から分かるように、従来媒体B 1、B B 1は、下地軟磁性膜の軟磁気特性が良好で透磁率が十分大きく、保磁力が十分小さいため、40eの外部磁場で出力が減少し始めるが、本発明媒体B 2～B 9の場合、透磁率を小さくし、保磁力を比較的大きくしたため、いずれの媒体も200eの外部磁場まで出力は減少しない。この時、保磁力の値は20e～300eの範囲に分布しているが、10nmのみ成膜した場合の各々の膜の保磁力（これを便宜上、初期保磁力と呼ぶこととする）を見ると、膜全体の保磁力が20e以上を示す場合、初期保磁力は300e以上の値を示していることが分かる。一般に膜の成長初期層の保磁力は大きい、この成長初期層の保磁力が大きいことで膜全体の保磁力を大きくすることができる。

【0047】本発明媒体B 2～B 9の場合、下地軟磁性膜の透磁率が小さいこと、及び膜全体の保磁力が大きいために、外部からの磁束を単磁極ヘッドの主磁極に集中しにくくことができ、外部磁場に強い垂直2層媒体とすることができた。また、従来媒体B B 1の場合、本発明媒体B 2よりも下地軟磁性膜の膜厚が厚い分、膜全体の保磁力に占める初期保磁力の割合が小さくなり、膜全体の保磁力が本発明媒体B 2よりも小さくなり、外部磁場に対して弱くなったと考えられる。以上のことから、下地軟磁性膜の透磁率を1000以下、膜全体の保磁力を20e～300e、初期保磁力を300e以上、下地軟磁性膜の膜厚を300nm以下とすることにより、外部磁場に強い垂直2層媒体とすることができる。

【0048】次に、再生出力の測定を行った。再生出力の記録密度依存性の測定結果を図8に示す。図8からわかるように、再生出力の大きさは、下地軟磁性膜の透磁率が大きいほど大きい。従来媒体B 1、B B 1、本発明媒体B 2、B 3、B 9は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが大きく、十分な再生出力を得ることができる。本発明

媒体 B 4、B 5 は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが本発明媒体 B 2、B 3、B 9 よりも小さいため、再生出力が小さくなるが、本発明媒体 B 2、B 3、B 9 の再生出力の約 8 割であり、依然再生出力の絶対値として十分であると言える。本発明媒体 B 6、B 7 は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが本発明媒体 B 4、B 5 よりも小さいため、再生出力がさらに小さくなるが、本発明媒体 B 2、B 3、B 9 の再生出力の約 6 割であり、依然再生出力の絶対値として十分であると言える。しかし、本発明媒体 B 8 の場合、下地軟磁性膜の透磁率が小さすぎるため、再生出力が十分に取れない。

【0049】以上のことから、外部磁場に対する出力信号の耐久性の観点からは、本発明媒体 B 2～B 9 を用いる必要があるが、下地軟磁性膜の透磁率を下げすぎると再生出力の低下を招く。このことから、下地軟磁性膜の透磁率は 50 以上である必要がある。そして、再生出力の観点から、下地軟磁性膜の透磁率は 50 以上 100 以下、より望ましくは 50 以上 500 以下、さらにより望ましくは 50 以上 1000 以下であることが望ましい。

【0050】また、外部磁場に対する出力信号の耐久性は、単磁極ヘッドの主磁極と下地軟磁性膜との相互作用によって起こるため、垂直磁化膜の膜厚にはあまり依存しない。このため、垂直磁化膜の膜厚をある程度変化させても同様な結果となる。

【0051】【実施例 3】実施例 1 において $\text{Co}_{78}\text{Cr}_{19}\text{PtLaLu}$ (at %) ターゲットの代わりに $\text{Co}_{78}\text{Cr}_{19}\text{PtLuPr}$ (at %) ターゲットを用いて実施例 1 と同様に媒体を作製した。実施例 1 と同様に作製した媒体を、実施例 1 にならない、それぞれ従来媒体 C 1、C C 1、本発明媒体 C 2、C 3、C 4、C 5、C 6、C 7、C 8、C 9 とする。各々の基板温度で成膜した $\text{Fe}_{84.9}\text{Si}_{9.6}\text{Al}_{5.5}$ 膜の透磁率を測定した。各々の透磁率の値を図 9 に示す。

【0052】従来媒体 C 1、C C 1 及び本発明媒体 C 2～C 9 の記録再生の実験は、実施例 1 と同様な記録再生条件の下で行った。

【0053】まず、外部磁界に対する記録磁化の安定性を調べるために、従来媒体 C 1、C C 1 及び本発明媒体 C 2～C 9 に単磁極ヘッドで信号を記録後、ヘルムホルツコイルによって媒体に直流磁場を大きさ 1～300e の範囲で印加し、磁場印加前の再生出力と磁場印加後の再生出力の比較をおこなった。この結果を図 10 に示す。ここでは、磁場印加前の再生出力に対する磁場印加後の再生出力を百分率で示してある。

【0054】図 10 から分かるように、従来媒体 C 1、C C 1 は、下地軟磁性膜の軟磁気特性が良好で透磁率が十分大きく、保磁力が十分小さいため、40e の外部磁場で出力が減少し始めるが、本発明媒体 C 2～C 9 の場合、透磁率を小さくし、保磁力を比較的大きくしたため、いずれの媒体も 200e の外部磁場まで出力は減少

しない。この時、保磁力の値は 20e～300e の範囲に分布しているが、10nm のみ成膜した場合の各々の膜の保磁力（これを便宜上、初期保磁力と呼ぶこととする）を見ると、膜全体の保磁力が 20e 以上を示す場合、初期保磁力は 300e 以上の値を示していることが分かる。一般に膜の成長初期層の保磁力は大きい、この成長初期層の保磁力が大きいことで膜全体の保磁力を大きくすることができる。

【0055】本発明媒体 C 2～C 9 の場合、下地軟磁性膜の透磁率が小さいこと、及び膜全体の保磁力が大きいことにより、外部からの磁束を単磁極ヘッドの主磁極に集中しにくくすることができ、外部磁場に強い垂直 2 層媒体とすることができた。また、従来媒体 C C 1 の場合、本発明媒体 C 2 よりも下地軟磁性膜の膜厚が厚い分、膜全体の保磁力に占める初期保磁力の割合が小さくなり、膜全体の保磁力が本発明媒体 C 2 よりも小さくなり、外部磁場に対して弱くなったと考えられる。以上のことから、下地軟磁性膜の透磁率を 1000 以下、膜全体の保磁力を 20e～300e、初期保磁力を 300e 以上、下地軟磁性膜の膜厚を 300nm 以下とすることにより、外部磁場に強い垂直 2 層媒体とすることができる。

【0056】次に、再生出力の測定を行った。再生出力の記録密度依存性の測定結果を図 11 に示す。図 11 から分かるように、再生出力の大きさは、下地軟磁性膜の透磁率が大きいほど大きい。従来媒体 C 1、C C 1、本発明媒体 C 2、C 3、C 9 は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが大きく、十分な再生出力を得ることができる。本発明媒体 B 4、B 5 は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが本発明媒体 C 2、C 3、C 9 よりも小さいため、再生出力が小さくなるが、本発明媒体 C 2、C 3、C 9 の再生出力の約 8 割であり、依然再生出力の絶対値として十分であると言える。

【0057】本発明媒体 C 6、C 7 は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが本発明媒体 C 4、C 5 よりも小さいため、再生出力がさらに小さくなるが、本発明媒体 C 2、C 3、C 9 の再生出力の約 6 割であり、依然再生出力の絶対値として十分であると言える。しかし、本発明媒体 C 8 の場合、下地軟磁性膜の透磁率が小さすぎるため、再生出力が十分に取れない。

【0058】以上のことから、外部磁場に対する出力信号の耐久性の観点からは、本発明媒体 C 2～C 9 を用いる必要があるが、下地軟磁性膜の透磁率を下げすぎると再生出力の低下を招く。このことから、下地軟磁性膜の透磁率は 50 以上である必要がある。そして、再生出力の観点から、下地軟磁性膜の透磁率は 50 以上 100 以下、より望ましくは 50 以上 500 以下、さらにより望ましくは 50 以上 1000 以下であることが望ましい。

【0059】また、外部磁場に対する出力信号の耐久性は、単磁極ヘッドの主磁極と下地軟磁性膜との相互作用

11

によって起こるため、垂直磁化膜の膜厚にはあまり依存しない。このため、垂直磁化膜の膜厚をある程度変化させても同様な結果となる。

【0060】【実施例4】実施例1において $\text{Fe}_{84.9}\text{Si}_{9.6}\text{Al}_{5.5}$ (wt%) ターゲットの代わりに $\text{Fe}_{84.9}\text{Si}_{8.0}\text{Al}_{7.1}$ (wt%) ターゲットを、 $\text{Co}_{78}\text{Cr}_{19}\text{PtLaLu}$ (at%) ターゲットの代わりに $\text{Co}_{78}\text{Cr}_{19}\text{TaPrLu}$ (at%) ターゲットを用いて実施例1と同様にして媒体を作製した。ただし、 $\text{Fe}_{84.9}\text{Si}_{8.0}\text{Al}_{7.1}$ 膜成膜時の基板温度を450℃、400℃、350℃、300℃、250℃、200℃、及び室温で成膜して作製した媒体をそれぞれ本発明媒体D2、D3、D4、D5、D6、D7、D8とする。また、本発明媒体D2の下地軟磁性膜の膜厚を250nm、350nmとした媒体を本発明媒体D9、従来媒体DD1とする。

【0061】各々の基板温度で成膜した $\text{Fe}_{84.9}\text{Si}_{8.0}\text{Al}_{7.1}$ 膜の透磁率を測定した。各々の透磁率の値を図12に示す。

【0062】従来媒体D1、DD1及び本発明媒体D2～D9の記録再生の実験は、実施例1と同様な記録再生条件の下で行った。

【0063】まず、外部磁界に対する記録磁化の安定性を調べるために、従来媒体D1、DD1及び本発明媒体D2～D9に単磁極ヘッドで信号を記録後、ヘルムホルツコイルによって媒体に直流磁場を大きさ1～300eの範囲で印加し、磁場印加前の再生出力と磁場印加後の再生出力の比較をおこなった。この結果を図13に示す。ここでは、磁場印加前の再生出力に対する磁場印加後の再生出力を百分率で示してある。

【0064】図13から分かるように、従来媒体D1、DD1は、下地軟磁性膜の軟磁気特性が良好で透磁率が十分大きく、保磁力が十分小さいため、40eの外部磁場で出力が減少し始めるが、本発明媒体D2～D9の場合、透磁率を小さくし、保磁力を比較的大きくしたため、いずれの媒体も200eの外部磁場まで出力は減少しない。この時、保磁力の値は20e～300eの範囲に分布しているが、10nmのみ成膜した場合の各々の膜の保磁力（これを便宜上、初期保磁力と呼ぶこととする）を見ると、膜全体の保磁力が20e以上を示す場合、初期保磁力は300e以上の値を示していることが分かる。一般に膜の成長初期層の保磁力は大きい、この成長初期層の保磁力が大きいことで膜全体の保磁力を大きくすることができる。

【0065】本発明媒体D2～D9の場合、下地軟磁性膜の透磁率が小さいこと、及び膜全体の保磁力が大きいことにより、外部からの磁束を単磁極ヘッドの主磁極に集中しにくくすることができ、外部磁場に強い垂直2層媒体とすることができた。また、従来媒体DD1の場合、本発明媒体D2よりも下地軟磁性膜の膜厚が厚い

12

分、膜全体の保磁力に占める初期保磁力の割合が小さくなり、膜全体の保磁力が本発明媒体D2よりも小さくなり、外部磁場に対して弱くなったと考えられる。以上のことから、下地軟磁性膜の透磁率を1000以下、膜全体の保磁力を20e～300e、初期保磁力を300e以上、下地軟磁性膜の膜厚を300nm以下とすることにより、外部磁場に強い垂直2層媒体とすることができる。

【0066】次に、再生出力の測定を行った。再生出力の記録密度依存性の測定結果を図14に示す。図14から分かるように、再生出力の大きさは、下地軟磁性膜の透磁率が大きいほど大きい。従来媒体D1、DD1、本発明媒体D2、D3、D9は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが大きく、十分な再生出力を得ることができる。本発明媒体D4、D5は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが本発明媒体D2、D3、D9よりも小さいため、再生出力が小さくなるが、本発明媒体D2、D3、D9の再生出力の約8割であり、依然再生出力の絶対値として十分であると言える。本発明媒体D6、D7は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが本発明媒体D4、D5よりも小さいため、再生出力がさらに小さくなるが、本発明媒体D2、D3、D9の再生出力の約6割であり、依然再生出力の絶対値として十分であると言える。しかし、本発明媒体D8の場合、下地軟磁性膜の透磁率が小さすぎるため、再生出力が十分に取れない。

【0067】以上のことから、外部磁場に対する出力信号の耐久性の観点からは、本発明媒体D2～D9を用いる必要があるが、下地軟磁性膜の透磁率を下げすぎると再生出力の低下を招く。このことから、下地軟磁性膜の透磁率は50以上である必要がある。そして、再生出力の観点から、下地軟磁性膜の透磁率は50以上100以下、より望ましくは50以上500以下、さらに望ましくは50以上1000以下であることが望ましい。

【0068】また、外部磁場に対する出力信号の耐久性は、単磁極ヘッドの主磁極と下地軟磁性膜との相互作用によって起こるため、垂直磁化膜の膜厚にはあまり依存しない。このため、垂直磁化膜の膜厚をある程度変化させても同様な結果となる。

【0069】【実施例5】実施例1において $\text{Fe}_{84.9}\text{Si}_{9.6}\text{Al}_{5.5}$ (wt%) ターゲットの代わりに $\text{Fe}_{84.9}\text{Si}_{12.0}\text{Al}_{3.1}$ (wt%) ターゲットを、 $\text{Co}_{78}\text{Cr}_{19}\text{PtLaLu}$ (at%) ターゲットの代わりに $\text{Co}_{78}\text{Cr}_{19}\text{TaPrSr}$ (at%) ターゲットを用いて実施例1と同様にして媒体を作製した。ただし、 $\text{Fe}_{84.9}\text{Si}_{12.0}\text{Al}_{3.1}$ 膜成膜時の基板温度を450℃、400℃、350℃、300℃、250℃、200℃、及び室温で成膜して作製した媒体をそれぞれ本発明媒体E2、E3、E4、E5、E6、E7、E8とする。また、本発明媒体E2の下地軟磁性膜の膜厚を250nm、350nmとした媒体を本発明媒体E9、従来媒体EE1と

する。

【0070】各々の基板温度で成膜した $\text{Fe}_{84.9}\text{Si}_{12.0}\text{Al}_{3.1}$ 膜の透磁率を測定した。各々の透磁率の値を図15に示す。

【0071】従来媒体E1、EE1及び本発明媒体E2～E9の記録再生の実験は、実施例1と同様な記録再生条件の下で行った。まず、外部磁界に対する記録磁化の安定性を調べるために、従来媒体E1、EE1及び本発明媒体E2～E9に単磁極ヘッドで信号を記録後、ヘルムホルツコイルによって媒体に直流磁場を大きさ1～300eの範囲で印加し、磁場印加前の再生出力と磁場印加後の再生出力の比較をおこなった。この結果を図16に示す。ここでは、磁場印加前の再生出力に対する磁場印加後の再生出力を百分率で示してある。

【0072】図16から分かるように、従来媒体E1、EE1は、下地軟磁性膜の軟磁気特性が良好で透磁率が十分大きく、保磁力が十分小さいため、40eの外部磁場で出力が減少し始めるが、本発明媒体E2～E9の場合、透磁率を小さくし、保磁力を比較的大きくしたため、いずれの媒体も200eの外部磁場まで出力は減少しない。この時、保磁力の値は20e～300eの範囲に分布しているが、10nmのみ成膜した場合の各々の膜の保磁力。(これを便宜上、初期保磁力と呼ぶこととする)を見ると、膜全体の保磁力が20e以上を示す場合、初期保磁力は300e以上の値を示していることが分かる。一般に膜の成長初期層の保磁力は大きい、この成長初期層の保磁力が大きいことで膜全体の保磁力を大きくすることができる。

【0073】本発明媒体E2～E9の場合、下地軟磁性膜の透磁率が小さいこと、及び膜全体の保磁力が大きいことにより、外部からの磁束を単磁極ヘッドの主磁極に集中しにくくすることができ、外部磁場に強い垂直2層媒体とすることができた。また、従来媒体EE1の場合、本発明媒体E2よりも下地軟磁性膜の膜厚が厚い分、膜全体の保磁力に占める初期保磁力の割合が小さくなり、膜全体の保磁力が本発明媒体E2よりも小さくなり、外部磁場に対して弱くなったと考えられる。以上のことから、下地軟磁性膜の透磁率を1000以下、膜全体の保磁力を20e～300e、初期保磁力を300e以上、下地軟磁性膜の膜厚を300nm以下とすることにより、外部磁場に強い垂直2層媒体とすることができる。

【0074】次に、再生出力の測定を行った。再生出力の記録密度依存性の測定結果を図17に示す。図17から分かるように、再生出力の大きさは、下地軟磁性膜の透磁率が大きいほど大きい。従来媒体E1、EE1、本発明媒体E2、E3、E9は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが大きく、十分な再生出力を得ることができる。本発明媒体E4、E5は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが本発明媒体E2、E3、E9よりも小さいため、再生出

力が小さくなるが、本発明媒体E2、E3、E9の再生出力の約8割であり、依然再生出力の絶対値として十分であると言える。本発明媒体E6、E7は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが本発明媒体E4、E5よりも小さいため、再生出力がさらに小さくなるが、本発明媒体E2、E3、E9の再生出力の約6割であり、依然再生出力の絶対値として十分であると言える。しかし、本発明媒体E8の場合、下地軟磁性膜の透磁率が小さすぎるため、再生出力が十分に取れない。

【0075】以上のことから、外部磁場に対する出力信号の耐久性の観点からは、本発明媒体E2～E9を用いる必要があるが、下地軟磁性膜の透磁率を下げすぎると再生出力の低下を招く。このことから、下地軟磁性膜の透磁率は50以上である必要がある。そして、再生出力の観点から、下地軟磁性膜の透磁率は50以上100以下、より望ましくは50以上500以下、さらにより望ましくは50以上1000以下であることが望ましい。

【0076】また、外部磁場に対する出力信号の耐久性は、単磁極ヘッドの主磁極と下地軟磁性膜との相互作用によって起こるため、垂直磁化膜の膜厚にはあまり依存しない。このため、垂直磁化膜の膜厚をある程度変化させても同様な結果となる。

【0077】[実施例6] 実施例1において $\text{Fe}_{84.9}\text{Si}_{9.6}\text{Al}_{5.5}$ (wt%)ターゲットの代わりに $\text{Fe}_{82.9}\text{Si}_{9.6}\text{Al}_{5.5}\text{TaZr}$ (wt%)ターゲットを用いて実施例1と同様にして媒体を作製した。TaZrの添加は、結晶粒を微細化する効果がある。実施例1と同様に作製した媒体を、実施例1にならい、それぞれ従来媒体F1、FF1、本発明媒体F2、F3、F4、F5、F6、F7、F8、F9とする。各々の基板温度で成膜した $\text{Fe}_{82.9}\text{Si}_{9.6}\text{Al}_{5.5}\text{TaZr}$ 膜の透磁率を測定した。各々の透磁率の値を図18に示す。

【0078】従来媒体F1、FF1及び本発明媒体F2～F9の記録再生の実験は、実施例1と同様な記録再生条件の下で行った。

【0079】まず、外部磁界に対する記録磁化の安定性を調べるために、従来媒体F1、FF1及び本発明媒体F2～F9に単磁極ヘッドで信号を記録後、ヘルムホルツコイルによって媒体に直流磁場を大きさ1～300eの範囲で印加し、磁場印加前の再生出力と磁場印加後の再生出力の比較をおこなった。この結果を図19に示す。ここでは、磁場印加前の再生出力に対する磁場印加後の再生出力を百分率で示してある。

【0080】図19から分かるように、従来媒体F1、FF1は、下地軟磁性膜の軟磁気特性が良好で透磁率が十分大きく、保磁力が十分小さいため、40eの外部磁場で出力が減少し始めるが、本発明媒体F2～F9の場合、透磁率を小さくし、保磁力を比較的大きくしたため、いずれの媒体も200eの外部磁場まで出力は減少しない。この時、保磁力の値は20e～300eの範囲

15

に分布しているが、10nmのみ成膜した場合の各々の膜の保磁力（これを便宜上、初期保磁力と呼ぶこととする）を見ると、膜全体の保磁力が20e以上を示す場合、初期保磁力は300e以上の値を示していることが分かる。一般に膜の成長初期層の保磁力は大きい、この成長初期層の保磁力が大きいことで膜全体の保磁力を大きくすることができる。

【0081】本発明媒体F2～F9の場合、下地軟磁性膜の透磁率が小さいこと、及び膜全体の保磁力が大きいことにより、外部からの磁束を単磁極ヘッドの主磁極に集中しにくくすることができ、外部磁場に強い垂直2層媒体とすることができた。また、従来媒体FF1の場合、本発明媒体F2よりも下地軟磁性膜の膜厚が厚い分、膜全体の保磁力に占める初期保磁力の割合が小さくなり、膜全体の保磁力が本発明媒体F2よりも小さくなり、外部磁場に対して弱くなったと考えられる。以上のことから、下地軟磁性膜の透磁率を1000以下、膜全体の保磁力を20e～300e、初期保磁力を300e以上、下地軟磁性膜の膜厚を300nm以下とすることにより、外部磁場に強い垂直2層媒体とすることができる。

【0082】次に、再生出力の測定を行った。再生出力の記録密度依存性の測定結果を図20に示す。図20から分かるように、再生出力の大きさは、下地軟磁性膜の透磁率が大きいほど大きい。従来媒体F1、FF1、本発明媒体F2、F3、F9は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが大きく、十分な再生出力を得ることができる。本発明媒体F4、F5は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが本発明媒体F2、F3、F9よりも小さいため、再生出力が小さくなるが、本発明媒体F2、F3、F9の再生出力の約8割であり、依然再生出力の絶対値として十分であると言える。本発明媒体F6、F7は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが本発明媒体F4、F5よりも小さいため、再生出力がさらに小さくなるが、本発明媒体F2、F3、F9の再生出力の約6割であり、依然再生出力の絶対値として十分であると言える。しかし、本発明媒体F8の場合、下地軟磁性膜の透磁率が小さすぎるため、再生出力が十分に取れない。

【0083】以上のことから、外部磁場に対する出力信号の耐久性の観点からは、本発明媒体F2～F9を用いる必要があるが、下地軟磁性膜の透磁率を下げすぎると再生出力の低下を招く。このことから、下地軟磁性膜の透磁率は50以上である必要がある。そして、再生出力の観点から、下地軟磁性膜の透磁率は50以上100以下、より望ましくは50以上500以下、さらにより望ましくは50以上1000以下であることが望ましい。

【0084】また、外部磁場に対する出力信号の耐久性は、単磁極ヘッドの主磁極と下地軟磁性膜との相互作用によって起こるため、垂直磁化膜の膜厚にはあまり依存しない。このため、垂直磁化膜の膜厚をある程度変化さ

16

せても同様な結果となる。

【0085】[実施例7] 実施例2においてFe_{84.9}Si_{9.6}Al_{5.5}(wt%)ターゲットの代わりにFe_{82.9}Si_{9.6}Al_{5.5}TiMo(wt%)ターゲットを用いて実施例1と同様にして媒体を作製した。TiMoの添加は、結晶粒を微細化する効果がある。実施例1と同様に作製した媒体を、実施例1にならない、それぞれ従来媒体G1、GG1、本発明媒体G2、G3、G4、G5、G6、G7、G8、G9とする。

【0086】各々の基板温度で成膜したFe_{82.9}Si_{9.6}Al_{5.5}TiMo膜の透磁率を測定した。各々の透磁率の値を図21に示す。

【0087】従来媒体G1、GG1及び本発明媒体G2～G9の記録再生の実験は、実施例1と同様な記録再生条件の下で行った。

【0088】まず、外部磁界に対する記録磁化の安定性を調べるために、従来媒体G1、GG1及び本発明媒体G2～G9に単磁極ヘッドで信号を記録後、ヘルムホルツコイルによって媒体に直流磁場を大きさ1～300eの範囲で印加し、磁場印加前の再生出力と磁場印加後の再生出力の比較をおこなった。この結果を図22に示す。ここでは、磁場印加前の再生出力に対する磁場印加後の再生出力を百分率で示してある。

【0089】図22から分かるように、従来媒体G1、GG1は、下地軟磁性膜の軟磁気特性が良好で透磁率が十分大きく、保磁力が十分小さいため、40eの外部磁場で出力が減少し始めるが、本発明媒体G2～G9の場合、透磁率を小さくし、保磁力を比較的大きくしたため、いずれの媒体も200eの外部磁場まで出力は減少しない。この時、保磁力の値は20e～300eの範囲に分布しているが、10nmのみ成膜した場合の各々の膜の保磁力（これを便宜上、初期保磁力と呼ぶこととする）を見ると、膜全体の保磁力が20e以上を示す場合、初期保磁力は300e以上の値を示していることが分かる。一般に膜の成長初期層の保磁力は大きい、この成長初期層の保磁力が大きいことで膜全体の保磁力を大きくすることができる。

【0090】本発明媒体G2～G9の場合、下地軟磁性膜の透磁率が小さいこと、及び膜全体の保磁力が大きいことにより、外部からの磁束を単磁極ヘッドの主磁極に集中しにくくすることができ、外部磁場に強い垂直2層媒体とすることができた。また、従来媒体GG1の場合、本発明媒体G2よりも下地軟磁性膜の膜厚が厚い分、膜全体の保磁力に占める初期保磁力の割合が小さくなり、膜全体の保磁力が本発明媒体G2よりも小さくなり、外部磁場に対して弱くなったと考えられる。以上のことから、下地軟磁性膜の透磁率を1000以下、膜全体の保磁力を20e～300e、初期保磁力を300e以上、下地軟磁性膜の膜厚を300nm以下とすることにより、外部磁場に強い垂直2層媒体とすることができ

る。

【0091】次に、再生出力の測定を行った。再生出力の記録密度依存性の測定結果を図23に示す。図23から分かるように、再生出力の大きさは、下地軟磁性膜の透磁率が大きいほど大きい。従来媒体G1、GG1、本発明媒体G2、G3、G9は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが大きく、十分な再生出力を得ることができる。本発明媒体G4、G5は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが本発明媒体G2、G3、G9よりも小さいため、再生出力が小さくなるが、本発明媒体G2、G3、G9の再生出力の約8割であり、依然再生出力の絶対値として十分であると言える。本発明媒体G6、G7は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが本発明媒体G4、G5よりも小さいため、再生出力がさらに小さくなるが、本発明媒体G2、G3、G9の再生出力の約6割であり、依然再生出力の絶対値として十分であると言える。しかし、本発明媒体G8の場合、下地軟磁性膜の透磁率が小さすぎるため、再生出力が十分に取れない。

【0092】以上のことから、外部磁場に対する出力信号の耐久性の観点からは、本発明媒体G2～G9を用いる必要があるが、下地軟磁性膜の透磁率を下げすぎると再生出力の低下を招く。このことから、下地軟磁性膜の透磁率は50以上である必要がある。そして、再生出力の観点から、下地軟磁性膜の透磁率は50以上100以下、より望ましくは50以上500以下、さらにより望ましくは50以上1000以下であることが望ましい。

【0093】また、外部磁場に対する出力信号の耐久性は、単磁極ヘッドの主磁極と下地軟磁性膜との相互作用によって起こるため、垂直磁化膜の膜厚にはあまり依存しない。このため、垂直磁化膜の膜厚をある程度変化させても同様な結果となる。

【0094】【実施例8】実施例3においてFe_{84.9}Si_{9.6}Al_{5.5}(wt%)ターゲットの代わりにFe_{82.9}Si_{9.6}Al_{5.5}ZrNb(wt%)ターゲットを用いて実施例1と同様にして媒体を作製した。ZrNbの添加は、結晶粒を微細化する効果がある。実施例1と同様に作製した媒体を、実施例1にならい、それぞれ従来媒体H1、HH1、本発明媒体H2、H3、H4、H5、H6、H7、H8、H9とする。各々の基板温度で成膜したFe_{82.9}Si_{9.6}Al_{5.5}ZrNb膜の透磁率を測定した。各々の透磁率の値を図24に示す。

【0095】従来媒体H1、HH1及び本発明媒体H2～H9の記録再生の実験は、実施例1と同様な記録再生条件の下で行った。

【0096】まず、外部磁界に対する記録磁化の安定性を調べるために、従来媒体H1、HH1及び本発明媒体H2～H9に単磁極ヘッドで信号を記録後、ヘルムホルツコイルによって媒体に直流磁場を大きさ1～300eの範囲で印加し、磁場印加前の再生出力と磁場印加後の再生出力の比較をおこなった。この結果を図25に示す。

ここでは、磁場印加前の再生出力に対する磁場印加後の再生出力を百分率で示してある。

【0097】図25から分かるように、従来媒体H1、HH1は、下地軟磁性膜の軟磁気特性が良好で透磁率が十分大きく、保磁力が十分小さいため、40eの外部磁場で出力が減少し始めるが、本発明媒体H2～H9の場合、透磁率を小さくし、保磁力を比較的大きくしたため、いずれの媒体も200eの外部磁場まで出力は減少しない。この時、保磁力の値は20e～300eの範囲に分布しているが、10nmのみ成膜した場合の各々の膜の保磁力（これを便宜上、初期保磁力と呼ぶこととする）を見ると、膜全体の保磁力が20e以上を示す場合、初期保磁力は300e以上の値を示していることが分かる。一般に膜の成長初期層の保磁力は大きい、この成長初期層の保磁力が大きいことで膜全体の保磁力を大きくすることができる。

【0098】本発明媒体H2～H9の場合、下地軟磁性膜の透磁率が小さいこと、及び膜全体の保磁力が大きいことにより、外部からの磁束を単磁極ヘッドの主磁極に集中しにくくすることができ、外部磁場に強い垂直2層媒体とすることができた。また、従来媒体HH1の場合、本発明媒体H2よりも下地軟磁性膜の膜厚が厚い分、膜全体の保磁力に占める初期保磁力の割合が小さくなり、膜全体の保磁力が本発明媒体H2よりも小さくなり、外部磁場に対して弱くなったと考えられる。以上のことから、下地軟磁性膜の透磁率を1000以下、膜全体の保磁力を20e～300e、初期保磁力を300e以上、下地軟磁性膜の膜厚を300nm以下とすることにより、外部磁場に強い垂直2層媒体とすることができると。

【0099】次に、再生出力の測定を行った。再生出力の記録密度依存性の測定結果を図26に示す。図26から分かるように、再生出力の大きさは、下地軟磁性膜の透磁率が大きいほど大きい。従来媒体H1、HH1、本発明媒体H2、H3、H9は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが大きく、十分な再生出力を得ることができる。本発明媒体H4、H5は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが本発明媒体H2、H3、H9よりも小さいため、再生出力が小さくなるが、本発明媒体H2、H3、H9の再生出力の約8割であり、依然再生出力の絶対値として十分であると言える。本発明媒体H6、H7は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが本発明媒体H4、H5よりも小さいため、再生出力がさらに小さくなるが、本発明媒体H2、H3、H9の再生出力の約6割であり、依然再生出力の絶対値として十分であると言える。しかし、本発明媒体H8の場合、下地軟磁性膜の透磁率が小さすぎるため、再生出力が十分に取れない。

【0100】以上のことから、外部磁場に対する出力信号の耐久性の観点からは、本発明媒体H2～H9を用いる必要があるが、下地軟磁性膜の透磁率を下げすぎると

19

再生出力の低下を招く。このことから、下地軟磁性膜の透磁率は50以上である必要がある。そして、再生出力の観点から、下地軟磁性膜の透磁率は50以上100以下、より望ましくは50以上500以下、さらにより望ましくは50以上1000以下であることが望ましい。

【0101】また、外部磁場に対する出力信号の耐久性は、単磁極ヘッドの主磁極と下地軟磁性膜との相互作用によって起こるため、垂直磁化膜の膜厚にはあまり依存しない。このため、垂直磁化膜の膜厚をある程度変化させても同様な結果となる。

【0102】[実施例9] 実施例4において $\text{Fe}_{84.9}\text{Si}_{15.1}$ (wt%) ターゲットの代わりに $\text{Fe}_{82.9}\text{Si}_{17.1}\text{TaZr}$ (wt%) ターゲットを用いて実施例4と同様にして媒体を作製した。TaZrの添加は、結晶粒を微細化する効果がある。それぞれ本発明媒体J2、J3、J4、J5、J6、J7、J8とする。また、本発明媒体J2の下地軟磁性膜の膜厚を250nm、350nmとした媒体を本発明媒体J9、従来媒体JJ1とする。

【0103】各々の基板温度で成膜した $\text{Fe}_{82.9}\text{Si}_{17.1}\text{TaZr}$ 膜の透磁率を測定した。各々の透磁率の値を図27に示す。

【0104】従来媒体J1、JJ1及び本発明媒体J2～J9の記録再生の実験は、実施例1と同様な記録再生条件の下で行った。

【0105】まず、外部磁界に対する記録磁化の安定性を調べるために、従来媒体J1、JJ1及び本発明媒体J2～J9に単磁極ヘッドで信号を記録後、ヘルムホルツコイルによって媒体に直流磁場を大きさ1～300eの範囲で印加し、磁場印加前の再生出力と磁場印加後の再生出力の比較をおこなった。この結果を図28に示す。ここでは、磁場印加前の再生出力に対する磁場印加後の再生出力を百分率で示してある。

【0106】図28から分かるように、従来媒体J1、JJ1は、下地軟磁性膜の軟磁気特性が良好で透磁率が十分大きく、保磁力が十分小さいため、40eの外部磁場で出力が減少し始めるが、本発明媒体J2～J9の場合、透磁率を小さくし、保磁力を比較的大きくしたため、いずれの媒体も200eの外部磁場まで出力は減少しない。この時、保磁力の値は20e～300eの範囲に分布しているが、10nmのみ成膜した場合の各々の膜の保磁力（これを便宜上、初期保磁力と呼ぶこととする）を見ると、膜全体の保磁力が20e以上を示す場合、初期保磁力は300e以上の値を示していることが分かる。一般に膜の成長初期層の保磁力は大きい、この成長初期層の保磁力が大きいことで膜全体の保磁力を大きくすることができる。

【0107】本発明媒体J2～J9の場合、下地軟磁性膜の透磁率が小さいこと、及び膜全体の保磁力が大きいことにより、外部からの磁束を単磁極ヘッドの主磁極に

20

集中しにくくすることができ、外部磁場に強い垂直2層媒体とすることができた。また、従来媒体JJ1の場合、本発明媒体J2よりも下地軟磁性膜の膜厚が厚い分、膜全体の保磁力に占める初期保磁力の割合が小さくなり、膜全体の保磁力が本発明媒体J2よりも小さくなり、外部磁場に対して弱くなったと考えられる。以上のことから、下地軟磁性膜の透磁率を1000以下、膜全体の保磁力を20e～300e、初期保磁力を300e以上、下地軟磁性膜の膜厚を300nm以下とすることにより、外部磁場に強い垂直2層媒体とすることができる。

【0108】次に、再生出力の測定を行った。再生出力の記録密度依存性の測定結果を図29に示す。図29から分かるように、再生出力の大きさは、下地軟磁性膜の透磁率が高いほど大きい。従来媒体J1、JJ1、本発明媒体J2、J3、J9は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが大きく、十分な再生出力を得ることができる。本発明媒体J4、J5は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが本発明媒体J2、J3、J9よりも小さいため、再生出力が小さくなるが、本発明媒体J2、J3、J9の再生出力の約8割であり、依然再生出力の絶対値として十分であると言える。本発明媒体J6、J7は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが本発明媒体J4、J5よりも小さいため、再生出力がさらに小さくなるが、本発明媒体J2、J3、J9の再生出力の約6割であり、依然再生出力の絶対値として十分であると言える。しかし、本発明媒体J8の場合、下地軟磁性膜の透磁率が小さすぎるため、再生出力が十分に取れない。

【0109】以上のことから、外部磁場に対する出力信号の耐久性の観点からは、本発明媒体J2～J9を用いる必要があるが、下地軟磁性膜の透磁率を下げすぎると再生出力の低下を招く。このことから、下地軟磁性膜の透磁率は50以上である必要がある。そして、再生出力の観点から、下地軟磁性膜の透磁率は50以上100以下、より望ましくは50以上500以下、さらにより望ましくは50以上1000以下であることが望ましい。

【0110】また、外部磁場に対する出力信号の耐久性は、単磁極ヘッドの主磁極と下地軟磁性膜との相互作用によって起こるため、垂直磁化膜の膜厚にはあまり依存しない。このため、垂直磁化膜の膜厚をある程度変化させても同様な結果となる。

【0111】[実施例10] 実施例5において $\text{Fe}_{84.9}\text{Si}_{12.0}\text{Al}_{3.1}$ (wt%) ターゲットの代わりに $\text{Fe}_{82.9}\text{Si}_{12.0}\text{Al}_{3.1}\text{TiMo}$ (wt%) ターゲットを用いて実施例5と同様にして媒体を作製した。TiMoの添加は、結晶粒を微細化する効果がある。それぞれ本発明媒体K2、K3、K4、K5、K6、K7、K8とする。また、本発明媒体E2の下地軟磁性膜の膜厚を250nm、350nmとした媒体を本発明媒体K9、従来媒体KK1とする。

21

【0112】各々の基板温度で成膜した $\text{Fe}_{82.9}\text{Si}_{12.0}\text{Al}_{3.1}\text{TiMo}$ 膜の透磁率を測定した。各々の透磁率の値を図30に示す。

【0113】従来媒体K1、KK1及び本発明媒体K2～K9の記録再生の実験は、実施例1と同様な記録再生条件の下で行った。

【0114】まず、外部磁界に対する記録磁化の安定性を調べるために、従来媒体K1、KK1及び本発明媒体K2～K9に単磁極ヘッドで信号を記録後、ヘルムホルツコイルによって媒体に直流磁場を大きさ1～300eの範囲で印加し、磁場印加前の再生出力と磁場印加後の再生出力の比較をおこなった。この結果を図31に示す。ここでは、磁場印加前の再生出力に対する磁場印加後の再生出力を百分率で示してある。

【0115】図31から分かるように、従来媒体K1、KK1は、下地軟磁性膜の軟磁気特性が良好で透磁率が十分大きく、保磁力が十分小さいため、40eの外部磁場で出力が減少し始めるが、本発明媒体K2～K9の場合、透磁率を小さくし、保磁力を比較的大きくしたため、いずれの媒体も200eの外部磁場まで出力は減少しない。この時、保磁力の値は20e～300eの範囲に分布しているが、10nmのみ成膜した場合の各々の膜の保磁力（これを便宜上、初期保磁力と呼ぶこととする）を見ると、膜全体の保磁力が20e以上を示す場合、初期保磁力は300e以上の値を示していることが分かる。一般に膜の成長初期層の保磁力は大きい、この成長初期層の保磁力が大きいことで膜全体の保磁力を大きくすることができる。

【0116】本発明媒体K2～K9の場合、下地軟磁性膜の透磁率が小さいこと、及び膜全体の保磁力が大きいことにより、外部からの磁束を単磁極ヘッドの主磁極に集中しにくくすることができ、外部磁場に強い垂直2層媒体とすることができた。また、従来媒体KK1の場合、本発明媒体K2よりも下地軟磁性膜の膜厚が厚い分、膜全体の保磁力に占める初期保磁力の割合が小さくなり、膜全体の保磁力が本発明媒体KK2よりも小さくなり、外部磁場に対して弱くなったと考えられる。以上のことから、下地軟磁性膜の透磁率を1000以下、膜全体の保磁力を20e～300e、初期保磁力を300e以上、下地軟磁性膜の膜厚を300nm以下とすることにより、外部磁場に強い垂直2層媒体とすることができ、

【0117】次に、再生出力の測定を行った。再生出力の記録密度依存性の測定結果を図32に示す。図32から分かるように、再生出力の大きさは、下地軟磁性膜の透磁率が高いほど大きい。従来媒体K1、KK1、本発明媒体K2、K3、K9は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが大きく、十分な再生出力を得ることができる。本発明媒体K4、K5は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが本発明媒体K2、K3、K9よりも小さいため、再生出

22

力が小さくなるが、本発明媒体K2、K3、K9の再生出力の約8割であり、依然再生出力の絶対値として十分であると言える。本発明媒体K6、K7は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが本発明媒体K4、K5よりも小さいため、再生出力がさらに小さくなるが、本発明媒体K2、K3、K9の再生出力の約6割であり、依然再生出力の絶対値として十分であると言える。しかし、本発明媒体K8の場合、下地軟磁性膜の透磁率が小さすぎるため、再生出力が十分に取れない。

【0118】以上のことから、外部磁場に対する出力信号の耐久性の観点からは、本発明媒体K2～K9を用いる必要があるが、下地軟磁性膜の透磁率を下げすぎると再生出力の低下を招く。このことから、下地軟磁性膜の透磁率は50以上である必要がある。そして、再生出力の観点から、下地軟磁性膜の透磁率は50以上100以下、より望ましくは50以上500以下、さらにより望ましくは50以上1000以下であることが望ましい。

【0119】また、外部磁場に対する出力信号の耐久性は、単磁極ヘッドの主磁極と下地軟磁性膜との相互作用によって起こるため、垂直磁化膜の膜厚にはあまり依存しない。このため、垂直磁化膜の膜厚をある程度変化させても同様な結果となる。

【0120】【実施例11】実施例1において $\text{Fe}_{84.9}\text{Si}_{9.6}\text{Al}_{5.5}$ (wt%) ターゲットの代わりに FeTaN ターゲットを用いて実施例1と同様にして媒体を作製した。実施例1と同様に作製した媒体を、実施例1にならない、それぞれ従来媒体L1、LL1、本発明媒体L2、L3、L4、L5、L6、L7、L8、L9とする。各々の基板温度で成膜した FeTaN 膜の透磁率を測定した。各々の透磁率の値を図33に示す。

【0121】従来媒体L1、LL1及び本発明媒体L2～L9の記録再生の実験は、実施例1と同様な記録再生条件の下で行った。

【0122】まず、外部磁界に対する記録磁化の安定性を調べるために、従来媒体L1、LL1及び本発明媒体L2～L9に単磁極ヘッドで信号を記録後、ヘルムホルツコイルによって媒体に直流磁場を大きさ1～300eの範囲で印加し、磁場印加前の再生出力と磁場印加後の再生出力の比較をおこなった。この結果を図34に示す。ここでは、磁場印加前の再生出力に対する磁場印加後の再生出力を百分率で示してある。

【0123】図34から分かるように、従来媒体L1、LL1は、下地軟磁性膜の軟磁気特性が良好で透磁率が十分大きく、保磁力が十分小さいため、40eの外部磁場で出力が減少し始めるが、本発明媒体L2～L9の場合、透磁率を小さくし、保磁力を比較的大きくしたため、いずれの媒体も200eの外部磁場まで出力は減少しない。この時、保磁力の値は20e～300eの範囲に分布しているが、10nmのみ成膜した場合の各々の膜の保磁力（これを便宜上、初期保磁力と呼ぶこととす

23

る)を見ると、膜全体の保磁力が20e以上を示す場合、初期保磁力は300e以上の値を示していることが分かる。一般に膜の成長初期層の保磁力は大きい、この成長初期層の保磁力が大きいことで膜全体の保磁力を大きくすることができる。

【0124】本発明媒体L2~L9の場合、下地軟磁性膜の透磁率が小さいこと、及び膜全体の保磁力が大きいことにより、外部からの磁束を単磁極ヘッドの主磁極に集中しにくくすることができ、外部磁場に強い垂直2層媒体とすることができた。また、従来媒体LL1の場合、本発明媒体L2よりも下地軟磁性膜の膜厚が厚い分、膜全体の保磁力に占める初期保磁力の割合が小さくなり、膜全体の保磁力が本発明媒体L2よりも小さくなり、外部磁場に対して弱くなったと考えられる。以上のことから、下地軟磁性膜の透磁率を1000以下、膜全体の保磁力を20e~300e、初期保磁力を300e以上、下地軟磁性膜の膜厚を300nm以下とすることにより、外部磁場に強い垂直2層媒体とすることができる。

【0125】次に、再生出力の測定を行った。再生出力の記録密度依存性の測定結果を図35に示す。図35から分かるように、再生出力の大きさは、下地軟磁性膜の透磁率が大きいほど大きい。従来媒体L1、LL1、本発明媒体L2、L3、L9は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが大きく、十分な再生出力を得ることができる。本発明媒体L4、L5は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが本発明媒体L2、L3、L9よりも小さいため、再生出力が小さくなるが、本発明媒体L2、L3、L9の再生出力の約8割であり、依然再生出力の絶対値として十分であると言える。本発明媒体L6、L7は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが本発明媒体L4、L5よりも小さいため、再生出力がさらに小さくなるが、本発明媒体L2、L3、L9の再生出力の約6割であり、依然再生出力の絶対値として十分であると言える。しかし、本発明媒体L8の場合、下地軟磁性膜の透磁率が小さすぎるため、再生出力が十分に取れない。

【0126】以上のことから、外部磁場に対する出力信号の耐久性の観点からは、本発明媒体L2~L9を用いる必要があるが、下地軟磁性膜の透磁率を下げすぎると再生出力の低下を招く。このことから、下地軟磁性膜の透磁率は50以上である必要がある。そして、再生出力の観点から、下地軟磁性膜の透磁率は50以上100以下、より望ましくは50以上500以下、さらにより望ましくは50以上1000以下であることが望ましい。

【0127】また、外部磁場に対する出力信号の耐久性は、単磁極ヘッドの主磁極と下地軟磁性膜との相互作用によって起こるため、垂直磁化膜の膜厚にはあまり依存しない。このため、垂直磁化膜の膜厚をある程度変化させても同様な結果となる。

【0128】【実施例12】実施例2においてFe₈₄g

24

Si_{9.6}Al_{5.5}(wt%)ターゲットの代わりにFeTa₁Nターゲットを用いて実施例2と同様にして媒体を作製した。実施例2と同様に作製した媒体を、実施例2にならない、それぞれ従来媒体M1、MM1、本発明媒体M2、M3、M4、M5、M6、M7、M8、M9とする。

【0129】各々の基板温度で成膜したFeTa₁N膜の透磁率を測定した。各々の透磁率の値を図36に示す。

【0130】従来媒体M1、MM1及び本発明媒体M2~M9の記録再生の実験は、実施例1と同様な記録再生条件の下で行った。

【0131】まず、外部磁界に対する記録磁化の安定性を調べるために、従来媒体M1、MM1及び本発明媒体M2~M9に単磁極ヘッドで信号を記録後、ヘルムホルツコイルによって媒体に直流磁場を大きさ1~300eの範囲で印加し、磁場印加前の再生出力と磁場印加後の再生出力の比較をおこなった。この結果を図37に示す。ここでは、磁場印加前の再生出力に対する磁場印加後の再生出力を百分率で示してある。

【0132】図37から分かるように、従来媒体M1、MM1は、下地軟磁性膜の軟磁気特性が良好で透磁率が十分大きく、保磁力が十分小さいため、40eの外部磁場で出力が減少し始めるが、本発明媒体M2~M9の場合、透磁率を小さくし、保磁力を比較的大きくしたため、いずれの媒体も200eの外部磁場まで出力は減少しない。この時、保磁力の値は20e~300eの範囲に分布しているが、10nmのみ成膜した場合の各々の膜の保磁力(これを便宜上、初期保磁力と呼ぶこととする)を見ると、膜全体の保磁力が20e以上を示す場合、初期保磁力は300e以上の値を示していることが分かる。一般に膜の成長初期層の保磁力は大きい、この成長初期層の保磁力が大きいことで膜全体の保磁力を大きくすることができる。

【0133】本発明媒体M2~M9の場合、下地軟磁性膜の透磁率が小さいこと、及び膜全体の保磁力が大きいことにより、外部からの磁束を単磁極ヘッドの主磁極に集中しにくくすることができ、外部磁場に強い垂直2層媒体とすることができた。また、従来媒体MM1の場合、本発明媒体M2よりも下地軟磁性膜の膜厚が厚い分、膜全体の保磁力に占める初期保磁力の割合が小さくなり、膜全体の保磁力が本発明媒体M2よりも小さくなり、外部磁場に対して弱くなったと考えられる。以上のことから、下地軟磁性膜の透磁率を1000以下、膜全体の保磁力を20e~300e、初期保磁力を300e以上、下地軟磁性膜の膜厚を300nm以下とすることにより、外部磁場に強い垂直2層媒体とすることができる。

【0134】次に、再生出力の測定を行った。再生出力の記録密度依存性の測定結果を図38に示す。図38から分かるように、再生出力の大きさは、下地軟磁性膜の

25

透磁率が大きいほど大きい。従来媒体M1、MM1、本発明媒体M2、M3、M9は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが大きく、十分な再生出力を得ることができる。本発明媒体M4、M5は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが本発明媒体M2、M3、M9よりも小さいため、再生出力が小さくなるが、本発明媒体M2、M3、M9の再生出力の約8割であり、依然再生出力の絶対値として十分であると言える。本発明媒体M6、M7は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが本発明媒体M4、M5よりも小さいため、再生出力がさらに小さくなるが、本発明媒体M2、M3、M9の再生出力の約6割であり、依然再生出力の絶対値として十分であると言える。しかし、本発明媒体M8の場合、下地軟磁性膜の透磁率が小さすぎるため、再生出力が十分に取れない。

【0135】以上のことから、外部磁場に対する出力信号の耐久性の観点からは、本発明媒体M2～M9を用いる必要があるが、下地軟磁性膜の透磁率を下げすぎると再生出力の低下を招く。このことから、下地軟磁性膜の透磁率は50以上である必要がある。そして、再生出力の観点から、下地軟磁性膜の透磁率は50以上100以下、より望ましくは50以上500以下、さらにより望ましくは50以上1000以下であることが望ましい。

【0136】また、外部磁場に対する出力信号の耐久性は、単磁極ヘッドの主磁極と下地軟磁性膜との相互作用によって起こるため、垂直磁化膜の膜厚にはあまり依存しない。このため、垂直磁化膜の膜厚をある程度変化させても同様な結果となる。

【0137】【実施例13】実施例3においてFe_{84.9}Si_{9.6}Al_{5.5}(wt%)ターゲットの代わりにFeTaターゲットを用いて実施例1と同様に媒体を作製した。実施例1と同様に作製した媒体を、実施例1に
30 ならない、それぞれ従来媒体N1、NN1、本発明媒体N2、N3、N4、N5、N6、N7、N8、N9とする。

【0138】各々の基板温度で成膜したFeTa₂N膜の透磁率を測定した。各々の透磁率の値を図39に示す。

【0139】従来媒体N1、NN1及び本発明媒体N2～N9の記録再生の実験は、実施例1と同様な記録再生条件の下で行った。まず、外部磁界に対する記録磁化の安定性を調べるために、従来媒体N1、NN1及び本発明媒体N2～N9に単磁極ヘッドで信号を記録後、ヘルムホルツコイルによって媒体に直流磁場を大きさ1～300eの範囲で印加し、磁場印加前の再生出力と磁場印加後の再生出力の比較をおこなった。この結果を図40に示す。ここでは、磁場印加前の再生出力に対する磁場印加後の再生出力を百分率で示してある。

【0140】図40からわかるように、従来媒体N1、NN1は、下地軟磁性膜の軟磁気特性が良好で透磁率が十分大きく、保磁力が十分小さいため、40eの外部磁場で出力が減少し始めるが、本発明媒体N2～N9の場
50

26

合、透磁率を小さくし、保磁力を比較的大きくしたため、いずれの媒体も200eの外部磁場まで出力は減少しない。この時、保磁力の値は20e～300eの範囲に分布しているが、10nmのみ成膜した場合の各々の膜の保磁力（これを便宜上、初期保磁力と呼ぶこととする）を見ると、膜全体の保磁力が20e以上を示す場合、初期保磁力は300e以上の値を示していることが分かる。一般に膜の成長初期層の保磁力は大きい、この成長初期層の保磁力が大きいことで膜全体の保磁力を大きくすることができる。

【0141】本発明媒体N2～N9の場合、下地軟磁性膜の透磁率が小さいこと、及び膜全体の保磁力が大きいことにより、外部からの磁束を単磁極ヘッドの主磁極に集中しにくくすることができ、外部磁場に強い垂直2層媒体とすることができた。また、従来媒体NN1の場合、本発明媒体N2よりも下地軟磁性膜の膜厚が厚い分、膜全体の保磁力に占める初期保磁力の割合が小さくなり、膜全体の保磁力が本発明媒体N2よりも小さくなり、外部磁場に対して弱くなったと考えられる。以上のことから、下地軟磁性膜の透磁率を1000以下、膜全体の保磁力を20e～300e、初期保磁力を300e以上、下地軟磁性膜の膜厚を300nm以下とすることにより、外部磁場に強い垂直2層媒体とすることができ
る。

【0142】次に、再生出力の測定を行った。再生出力の記録密度依存性の測定結果を図41に示す。図41から分かるように、再生出力の大きさは、下地軟磁性膜の透磁率が大きいほど大きい。従来媒体N1、NN1、本発明媒体N2、N3、N9は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが大きく、十分な再生出力を得ることができる。本発明媒体N4、N5は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが本発明媒体N2、N3、N9よりも小さいため、再生出力が小さくなるが、本発明媒体N2、N3、N9の再生出力の約8割であり、依然再生出力の絶対値として十分であると言える。本発明媒体N6、N7は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが本発明媒体N4、N5よりも小さいため、再生出力がさらに小さくなるが、本発明媒体N2、N3、N9の再生出力の約6割であり、依然再生出力の絶対値として十分であると言える。しかし、本発明媒体N8の場合、下地軟磁性膜の透磁率が小さすぎるため、再生出力が十分に取れない。

【0143】以上のことから、外部磁場に対する出力信号の耐久性の観点からは、本発明媒体N2～N9を用いる必要があるが、下地軟磁性膜の透磁率を下げすぎると再生出力の低下を招く。このことから、下地軟磁性膜の透磁率は50以上である必要がある。そして、再生出力の観点から、下地軟磁性膜の透磁率は50以上100以下、より望ましくは50以上500以下、さらにより望ましくは50以上1000以下であることが望ましい。

【0144】また、外部磁場に対する出力信号の耐久性

27

は、単磁極ヘッドの主磁極と下地軟磁性膜との相互作用によって起こるため、垂直磁化膜の膜厚にはあまり依存しない。このため、垂直磁化膜の膜厚をある程度変化させても同様な結果となる。

【0145】〔実施例14〕実施例11においてFeTaNTaZrターゲットの代わりにFeTaNTaZrターゲットを用いて実施例11と同様に媒体を作製した。TaZrの添加は、結晶粒を微細化する効果がある。実施例11と同様に作製した媒体を、実施例11にならない、それぞれ従来媒体P1、PP1、本発明媒体P2、P3、P4、P5、P6、P7、P8、P9とする。

【0146】各々の基板温度で成膜したFeTaNTaZr膜の透磁率を測定した。各々の透磁率の値を図42に示す。

【0147】従来媒体P1、PP1及び本発明媒体P2～P9の記録再生の実験は、実施例1と同様な記録再生条件の下で行った。

【0148】まず、外部磁界に対する記録磁化の安定性を調べるために、従来媒体P1、PP1及び本発明媒体P2～P9に単磁極ヘッドで信号を記録後、ヘルムホルツコイルによって媒体に直流磁場を大きさ1～300eの範囲で印加し、磁場印加前の再生出力と磁場印加後の再生出力の比較をおこなった。この結果を図43に示す。ここでは、磁場印加前の再生出力に対する磁場印加後の再生出力を百分率で示してある。

【0149】図43から分かるように、従来媒体P1、PP1は、下地軟磁性膜の軟磁気特性が良好で透磁率が十分大きく、保磁力が十分小さいため、40eの外部磁場で出力が減少し始めるが、本発明媒体P2～P9の場合、透磁率を小さくし、保磁力を比較的大きくしたため、いずれの媒体も200eの外部磁場まで出力は減少しない。この時、保磁力の値は20e～300eの範囲に分布しているが、10nmのみ成膜した場合の各々の膜の保磁力（これを便宜上、初期保磁力と呼ぶこととする）を見ると、膜全体の保磁力が20e以上を示す場合、初期保磁力は300e以上の値を示していることが分かる。一般に膜の成長初期層の保磁力は大きい、この成長初期層の保磁力が大きいことで膜全体の保磁力を大きくすることができる。

【0150】本発明媒体P2～P9の場合、下地軟磁性膜の透磁率が小さいこと、及び膜全体の保磁力が大きいことにより、外部からの磁束を単磁極ヘッドの主磁極に集中しにくくすることができ、外部磁場に強い垂直2層媒体とすることができた。また、従来媒体PP1の場合、本発明媒体P2よりも下地軟磁性膜の膜厚が厚い分、膜全体の保磁力に占める初期保磁力の割合が小さくなり、膜全体の保磁力が本発明媒体P2よりも小さくなり、外部磁場に対して弱くなったと考えられる。以上のことから、下地軟磁性膜の透磁率を1000以下、膜全体の保磁力を20e～300e、初期保磁力を300e

28

以上、下地軟磁性膜の膜厚を300nm以下とすることにより、外部磁場に強い垂直2層媒体とすることができ

【0151】次に、再生出力の測定を行った。再生出力の記録密度依存性の測定結果を図44に示す。図44から分かるように、再生出力の大きさは、下地軟磁性膜の透磁率が大きいほど大きい。従来媒体P1、PP1、本発明媒体P2、P3、P9は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが大きく、十分な再生出力を得ることができる。本発明媒体P4、P5は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが本発明媒体P2、P3、P9よりも小さいため、再生出力が小さくなるが、本発明媒体P2、P3、P9の再生出力の約8割であり、依然再生出力の絶対値として十分であると言える。本発明媒体P6、P7は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが本発明媒体P4、P5よりも小さいため、再生出力がさらに小さくなるが、本発明媒体P2、P3、P9の再生出力の約6割であり、依然再生出力の絶対値として十分であると言える。しかし、本発明媒体P8の場合、下地軟磁性膜の透磁率が小さすぎるため、再生出力が十分に取れない。

【0152】以上のことから、外部磁場に対する出力信号の耐久性の観点からは、本発明媒体P2～P9を用いる必要があるが、下地軟磁性膜の透磁率を下げすぎると再生出力の低下を招く。このことから、下地軟磁性膜の透磁率は50以上である必要がある。そして、再生出力の観点から、下地軟磁性膜の透磁率は50以上100以下、より望ましくは50以上500以下、さらにより望ましくは50以上1000以下であることが望ましい。

【0153】また、外部磁場に対する出力信号の耐久性は、単磁極ヘッドの主磁極と下地軟磁性膜との相互作用によって起こるため、垂直磁化膜の膜厚にはあまり依存しない。このため、垂直磁化膜の膜厚をある程度変化させても同様な結果となる。

【0154】〔実施例15〕実施例12においてFeTaNTaTiMoターゲットの代わりにFeTaNTiMoターゲットを用いて実施例12と同様に媒体を作製した。TiMoの添加は、結晶粒を微細化する効果がある。実施例12と同様に作製した媒体を、実施例12にならない、それぞれ従来媒体Q1、QQ1、本発明媒体Q2、Q3、Q4、Q5、Q6、Q7、Q8、Q9とする。

【0155】各々の基板温度で成膜したFeTaNTiMo膜の透磁率を測定した。各々の透磁率の値を図45に示す。

【0156】従来媒体Q1、QQ1及び本発明媒体Q2～Q9の記録再生の実験は、実施例1と同様な記録再生条件の下で行った。

【0157】まず、外部磁界に対する記録磁化の安定性を調べるために、従来媒体Q1、QQ1及び本発明媒体Q2～Q9に単磁極ヘッドで信号を記録後、ヘルムホルツコイルによって媒体に直流磁場を大きさ1～300eの

範囲で印加し、磁場印加前の再生出力と磁場印加後の再生出力の比較をおこなった。この結果を図46に示す。ここでは、磁場印加前の再生出力に対する磁場印加後の再生出力を百分率で示してある。

【0158】図46から分かるように、従来媒体Q1、QQ1は、下地軟磁性膜の軟磁気特性が良好で透磁率が十分大きく、保磁力が十分小さいため、40eの外部磁場で出力が減少し始めるが、本発明媒体Q2~Q9の場合、透磁率を小さくし、保磁力を比較的大きくしたため、いずれの媒体も200eの外部磁場まで出力は減少しない。この時、保磁力の値は20e~300eの範囲に分布しているが、10nmのみ成膜した場合の各々の膜の保磁力（これを便宜上、初期保磁力と呼ぶこととする）を見ると、膜全体の保磁力が20e以上を示す場合、初期保磁力は300e以上の値を示していることが分かる。一般に膜の成長初期層の保磁力は大きい、この成長初期層の保磁力が大きいことで膜全体の保磁力を大きくすることができる。

【0159】本発明媒体Q2~Q9の場合、下地軟磁性膜の透磁率が小さいこと、及び膜全体の保磁力が大きいことにより、外部からの磁束を単磁極ヘッドの主磁極に集中しにくくすることができ、外部磁場に強い垂直2層媒体とすることができた。また、従来媒体QQ1の場合、本発明媒体Q2よりも下地軟磁性膜の膜厚が厚い分、膜全体の保磁力に占める初期保磁力の割合が小さくなり、膜全体の保磁力が本発明媒体Q2よりも小さくなり、外部磁場に対して弱くなったと考えられる。以上のことから、下地軟磁性膜の透磁率を1000以下、膜全体の保磁力を20e~300e、初期保磁力を300e以上、下地軟磁性膜の膜厚を300nm以下とすることにより、外部磁場に強い垂直2層媒体とすることができ

る。

【0160】次に、再生出力の測定を行った。再生出力の記録密度依存性の測定結果を図47に示す。図47から分かるように、再生出力の大きさは、下地軟磁性膜の透磁率が大きいほど大きい。従来媒体Q1、QQ1、本発明媒体Q2、Q3、Q9は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが大きく、十分な再生出力を得ることができる。本発明媒体Q4、Q5は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが本発明媒体Q2、Q3、Q9よりも小さいため、再生出力が小さくなるが、本発明媒体Q2、Q3、Q9の再生出力の約8割であり、依然再生出力の絶対値として十分であると言える。本発明媒体Q6、Q7は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが本発明媒体Q4、Q5よりも小さいため、再生出力がさらに小さくなるが、本発明媒体Q2、Q3、Q9の再生出力の約6割であり、依然再生出力の絶対値として十分であると言える。しかし、本発明媒体M8の場合、下地軟磁性膜の透磁率が小さすぎるため、再生出力が十分に取れない。

【0161】以上のことから、外部磁場に対する出力信

号の耐久性の観点からは、本発明媒体Q2~Q9を用いる必要があるが、下地軟磁性膜の透磁率を下げすぎると再生出力の低下を招く。このことから、下地軟磁性膜の透磁率は50以上である必要がある。そして、再生出力の観点から、下地軟磁性膜の透磁率は50以上100以下、より望ましくは50以上500以下、さらにより望ましくは50以上1000以下であることが望ましい。

【0162】また、外部磁場に対する出力信号の耐久性は、単磁極ヘッドの主磁極と下地軟磁性膜との相互作用によって起こるため、垂直磁化膜の膜厚にはあまり依存しない。このため、垂直磁化膜の膜厚をある程度変化させても同様な結果となる。

【0163】【実施例16】実施例13においてFeTa_Nターゲットの代わりにFeTa_NZrNbターゲットを用いて実施例13と同様にして媒体を作製した。ZrNbの添加は、結晶粒を微細化する効果がある。実施例13と同様に作製した媒体を、実施例13にならない、それぞれ従来媒体R1、RR1、本発明媒体R2、R3、R4、R5、R6、R7、R8、R9とする。

【0164】各々の基板温度で成膜したFeTa_NZrNb膜の透磁率を測定した。各々の透磁率の値を図48に示す。

【0165】従来媒体R1、RR1及び本発明媒体R2~R9の記録再生の実験は、実施例1と同様な記録再生条件の下で行った。

【0166】まず、外部磁界に対する記録磁化の安定性を調べるために、従来媒体R1、RR1及び本発明媒体R2~R9に単磁極ヘッドで信号を記録後、ヘルムホルツコイルによって媒体に直流磁場を大きさ1~300eの範囲で印加し、磁場印加前の再生出力と磁場印加後の再生出力の比較をおこなった。この結果を図49に示す。ここでは、磁場印加前の再生出力に対する磁場印加後の再生出力を百分率で示してある。

【0167】図49から分かるように、従来媒体R1、RR1は、下地軟磁性膜の軟磁気特性が良好で透磁率が十分大きく、保磁力が十分小さいため、40eの外部磁場で出力が減少し始めるが、本発明媒体R2~R9の場合、透磁率を小さくし、保磁力を比較的大きくしたため、いずれの媒体も200eの外部磁場まで出力は減少しない。この時、保磁力の値は20e~300eの範囲に分布しているが、10nmのみ成膜した場合の各々の膜の保磁力（これを便宜上、初期保磁力と呼ぶこととする）を見ると、膜全体の保磁力が20e以上を示す場合、初期保磁力は300e以上の値を示していることが分かる。一般に膜の成長初期層の保磁力は大きい、この成長初期層の保磁力が大きいことで膜全体の保磁力を大きくすることができる。

【0168】本発明媒体R2~R9の場合、下地軟磁性膜の透磁率が小さいこと、及び膜全体の保磁力が大きいことにより、外部からの磁束を単磁極ヘッドの主磁極に

31

集中しにくくすることができ、外部磁場に強い垂直 2 層媒体とすることができた。また、従来媒体 R R 1 の場合、本発明媒体 R 2 よりも下地軟磁性膜の膜厚が厚い分、膜全体の保磁力に占める初期保磁力の割合が小さくなり、膜全体の保磁力が本発明媒体 R 2 よりも小さくなり、外部磁場に対して弱くなったと考えられる。以上のことから、下地軟磁性膜の透磁率を 1000 以下、膜全体の保磁力を 20e ~ 300e、初期保磁力を 300e 以上、下地軟磁性膜の膜厚を 300 nm 以下とすることにより、外部磁場に強い垂直 2 層媒体とすることができる。

【0169】次に、再生出力の測定を行った。再生出力の記録密度依存性の測定結果を図 50 に示す。図 50 から分かるように、再生出力の大きさは、下地軟磁性膜の透磁率が大きいほど大きい。従来媒体 R 1、R R 1、本発明媒体 R 2、R 3、R 9 は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが大きく、十分な再生出力を得ることができる。本発明媒体 R 4、R 5 は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが本発明媒体 R 2、R 3、R 9 よりも小さいため、再生出力が小さくなるが、本発明媒体 R 2、R 3、R 9 の再生出力の約 8 割であり、依然再生出力の絶対値として十分であると言える。本発明媒体 R 6、R 7 は下地軟磁性膜の透磁率の大きさが本発明媒体 R 4、R 5 よりも小さいため、再生出力がさらに小さくなるが、本発明媒体 R 2、R 3、R 9 の再生出力の約 6 割であり、依然再生出力の絶対値として十分であると言える。しかし、本発明媒体 R 8 の場合、下地軟磁性膜の透磁率が小さすぎるため、再生出力が十分に取れない。

【0170】以上のことから、外部磁場に対する出力信号の耐久性の観点からは、本発明媒体 R 2 ~ R 9 を用いる必要があるが、下地軟磁性膜の透磁率を下げすぎると再生出力の低下を招く。このことから、下地軟磁性膜の透磁率は 50 以上である必要がある。そして、再生出力の観点から、下地軟磁性膜の透磁率は 50 以上 100 以下、より望ましくは 50 以上 500 以下、さらにより望ましくは 50 以上 1000 以下であることが望ましい。

【0171】また、外部磁場に対する出力信号の耐久性は、単磁極ヘッドの主磁極と下地軟磁性膜との相互作用によって起こるため、垂直磁化膜の膜厚にはあまり依存しない。このため、垂直磁化膜の膜厚をある程度変化させても同様な結果となる。

【0172】また、上記実施形態及び実施例では、記録媒体を垂直 2 層記録媒体として説明したが、少なくとも垂直磁化膜と透磁率の小さい軟磁性膜を用いるという技術的思想を備えているものであるならば、垂直複数層の記録媒体であってもよいことは勿論である。

【0173】

【発明の効果】本発明による垂直磁気記録媒体によれば、下地軟磁性膜を良好な軟磁気特性をもつ膜とせず、下地軟磁性膜の透磁率を従来よりも小さくすることによ

32

り、外部磁界に対する下地軟磁性膜の磁化の反応性を従来よりも鈍化させ、垂直磁気ヘッドの主磁極への外部磁場の磁束の集中を抑制している。このために、垂直記録層に記録された磁化の減磁、あるいは消磁が発生しにくく、外部磁場に対して記録磁化の安定性に優れた垂直媒体とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に関わる垂直磁気記録媒体の一実施形態を示す概略断面図である。

【図 2】本発明の実施例 1 における垂直磁気記録媒体の形態を示す概略断面図である。

【図 3】本発明の実施例 1 における、透磁率、全体保磁力、初期保磁力、膜厚の値を示す図表である。

【図 4】本発明の実施例 1 における、外部磁場と磁場印加前後の再生出力の比を示すグラフである。

【図 5】本発明の実施例 1 における、出力の記録密度依存性を示すグラフである。

【図 6】本発明の実施例 2 における、透磁率、全体保磁力、初期保磁力、膜厚の値を示す図表である。

【図 7】本発明の実施例 2 における、外部磁場と磁場印加前後の再生出力の比を示すグラフである。

【図 8】本発明の実施例 2 における、出力の記録密度依存性を示すグラフである。

【図 9】本発明の実施例 3 における、透磁率、全体保磁力、初期保磁力、膜厚の値を示す図表である。

【図 10】本発明の実施例 3 における、外部磁場と磁場印加前後の再生出力の比を示すグラフである。

【図 11】本発明の実施例 3 における、出力の記録密度依存性を示すグラフである。

【図 12】本発明の実施例 4 における、透磁率、全体保磁力、初期保磁力、膜厚の値を示す図表である。

【図 13】本発明の実施例 4 における、外部磁場と磁場印加前後の再生出力の比を示すグラフである。

【図 14】本発明の実施例 4 における、出力の記録密度依存性を示すグラフである。

【図 15】本発明の実施例 5 における、透磁率、全体保磁力、初期保磁力、膜厚の値を示す図表である。

【図 16】本発明の実施例 5 における、外部磁場と磁場印加前後の再生出力の比を示すグラフである。

【図 17】本発明の実施例 5 における、出力の記録密度依存性を示すグラフである。

【図 18】本発明の実施例 6 における、透磁率、全体保磁力、初期保磁力、膜厚の値を示す図表である。

【図 19】本発明の実施例 6 における、外部磁場と磁場印加前後の再生出力の比を示すグラフである。

【図 20】本発明の実施例 6 における、出力の記録密度依存性を示すグラフである。

【図 21】本発明の実施例 7 における、透磁率、全体保磁力、初期保磁力、膜厚の値を示す図表である。

【図 22】本発明の実施例 7 における、外部磁場と磁場

33

印加前後の再生出力の比を示すグラフである。

【図23】本発明の実施例7における、出力の記録密度依存性を示すグラフである。

【図24】本発明の実施例8における、透磁率、全体保磁力、初期保磁力、膜厚の値を示す図表である。

【図25】本発明の実施例8における、外部磁場と磁場印加前後の再生出力の比を示すグラフである。

【図26】本発明の実施例8における、出力の記録密度依存性を示すグラフである。

【図27】本発明の実施例9における、透磁率、全体保磁力、初期保磁力、膜厚の値を示す図表である。

【図28】本発明の実施例9における、外部磁場と磁場印加前後の再生出力の比を示すグラフである。

【図29】本発明の実施例9における、出力の記録密度依存性を示すグラフである。

【図30】本発明の実施例10における、透磁率、全体保磁力、初期保磁力、膜厚の値を示す図表である。

【図31】本発明の実施例10における、外部磁場と磁場印加前後の再生出力の比を示すグラフである。

【図32】本発明の実施例10における、出力の記録密度依存性を示すグラフである。

【図33】本発明の実施例11における、透磁率、全体保磁力、初期保磁力、膜厚の値を示す図表である。

【図34】本発明の実施例11における、外部磁場と磁場印加前後の再生出力の比を示すグラフである。

【図35】本発明の実施例11における、出力の記録密度依存性を示すグラフである。

【図36】本発明の実施例12における、透磁率、全体保磁力、初期保磁力、膜厚の値を示す図表である。

【図37】本発明の実施例12における、外部磁場と磁場印加前後の再生出力の比を示すグラフである。

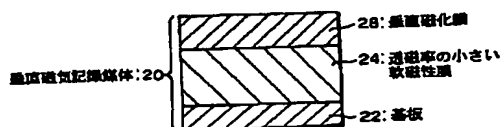
【図38】本発明の実施例12における、出力の記録密度依存性を示すグラフである。

【図39】本発明の実施例13における、透磁率、全体保磁力、初期保磁力、膜厚の値を示す図表である。

【図40】本発明の実施例13における、外部磁場と磁場印加前後の再生出力の比を示すグラフである。

【図41】本発明の実施例13における、出力の記録密度依存性を示すグラフである。

【図1】



34

* 【図42】本発明の実施例14における、透磁率、全体保磁力、初期保磁力、膜厚の値を示す図表である。

【図43】本発明の実施例14における、外部磁場と磁場印加前後の再生出力の比を示すグラフである。

【図44】本発明の実施例14における、出力の記録密度依存性を示すグラフである。

【図45】本発明の実施例15における、透磁率、全体保磁力、初期保磁力、膜厚の値を示す図表である。

【図46】本発明の実施例15における、外部磁場と磁場印加前後の再生出力の比を示すグラフである。

【図47】本発明の実施例15における、出力の記録密度依存性を示すグラフである。

【図48】本発明の実施例16における、透磁率、全体保磁力、初期保磁力、膜厚の値を示す図表である。

【図49】本発明の実施例16における、外部磁場と磁場印加前後の再生出力の比を示すグラフである。

【図50】本発明の実施例16における、出力の記録密度依存性を示すグラフである。

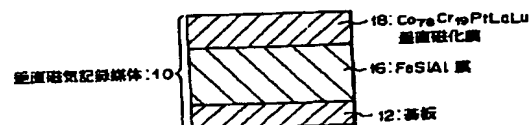
【図51】従来の垂直磁気記録媒体の形態を示す概略断面図である。

【図52】従来の垂直磁気記録装置の磁気ヘッドと磁気媒体の形態を示す概略断面図である。

【符号の説明】

- 10 垂直磁気記録媒体
- 12 基板
- 16 FeSiAl軟磁性膜
- 18 Co₇₈Cr₁₉PtLaLu垂直磁化膜
- 20 垂直磁気記録媒体
- 22 基板
- 24 透磁率の小さい軟磁性膜
- 28 垂直磁化膜
- 50, 61 垂直磁気記録媒体
- 52, 63 軟磁性裏打ち層
- 54, 64 垂直磁化膜
- 56, 62 基板
- 65 垂直磁気ヘッド
- 66 主磁極
- 67 コイル

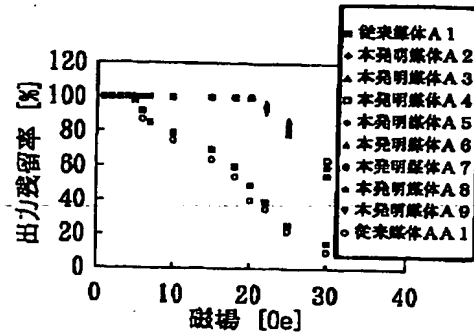
【図2】



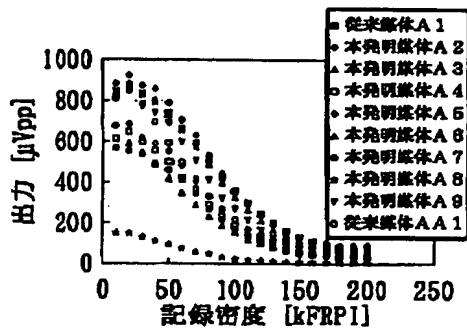
【図 3】

| | 従来媒体 A 1 | 本発明媒体 体 A 2 | 本発明媒体 体 A 3 | 本発明媒体 体 A 4 | 本発明媒体 体 A 5 |
|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 透磁率 | 1200 | 1000 | 800 | 500 | 300 |
| 全体保磁力 [Oe] | 1.6 | 2.0 | 10.2 | 16.4 | 21.6 |
| 初期保磁力 [Oe] | 28.2 | 80.2 | 90.7 | 91.0 | 90.1 |
| 膜厚 [nm] | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| | 本発明媒体 体 A 6 | 本発明媒体 体 A 7 | 本発明媒体 体 A 8 | 従来媒体 A A 1 | 本発明媒体 体 A 9 |
| 透磁率 | 100 | 50 | 10 | 1200 | 800 |
| 全体保磁力 [Oe] | 27.1 | 30.0 | 32.4 | 1.5 | 3.6 |
| 初期保磁力 [Oe] | 31.2 | 30.4 | 30.1 | 29.4 | 30.5 |
| 膜厚 [nm] | 300 | 300 | 300 | 350 | 250 |

【図 4】



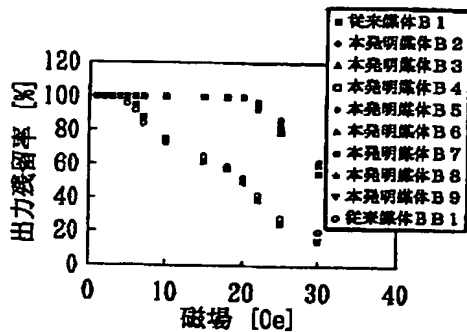
【図 5】



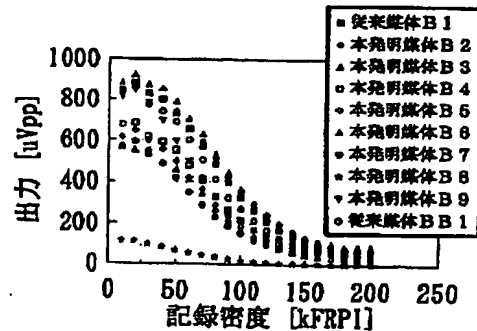
【図 6】

| | 従来媒体 B 1 | 本発明媒体 体 B 2 | 本発明媒体 体 B 3 | 本発明媒体 体 B 4 | 本発明媒体 体 B 5 |
|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 透磁率 | 1220 | 890 | 830 | 500 | 250 |
| 全体保磁力 [Oe] | 1.4 | 2.1 | 10.2 | 16.6 | 21.9 |
| 初期保磁力 [Oe] | 28.1 | 80.8 | 81.4 | 91.9 | 90.6 |
| 膜厚 [nm] | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| | 本発明媒体 体 B 6 | 本発明媒体 体 B 7 | 本発明媒体 体 B 8 | 従来媒体 B B 1 | 本発明媒体 体 B 9 |
| 透磁率 | 96 | 52 | 6 | 1150 | 800 |
| 全体保磁力 [Oe] | 28.4 | 30.0 | 32.7 | 1.2 | 4.1 |
| 初期保磁力 [Oe] | 31.6 | 32.1 | 30.7 | 29.2 | 31.4 |
| 膜厚 [nm] | 300 | 300 | 300 | 350 | 250 |

【図 7】



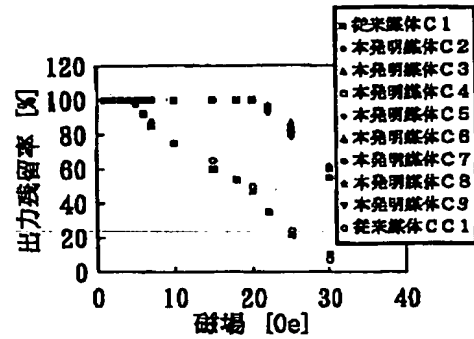
【図 8】



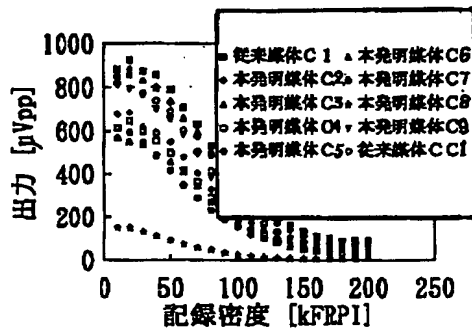
【図9】

| | 従来媒体 C1 | 本発明媒体 C2 | 本発明媒体 C3 | 本発明媒体 C4 | 本発明媒体 C5 |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 透磁率 | 1210 | 980 | 780 | 490 | 280 |
| 全体保磁力 [Oe] | 1.8 | 2.0 | 10.7 | 16.4 | 22.2 |
| 初期保磁力 [Oe] | 28.9 | 80.1 | 31.7 | 32.6 | 31.4 |
| 膜厚 [nm] | 500 | 300 | 800 | 300 | 300 |
| | 本発明媒体 C6 | 本発明媒体 C7 | 本発明媒体 C8 | 従来媒体 CC1 | 本発明媒体 C9 |
| 透磁率 | 100 | 55 | 9 | 1140 | 820 |
| 全体保磁力 [Oe] | 28.4 | 29.8 | 32.2 | 1.7 | 4.6 |
| 初期保磁力 [Oe] | 31.9 | 32.4 | 31.4 | 28.4 | 33.2 |
| 膜厚 [nm] | 300 | 300 | 300 | 350 | 250 |

【図10】



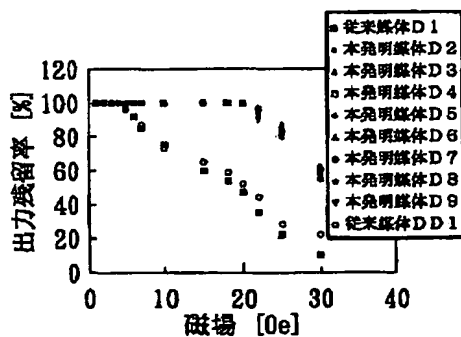
【図11】



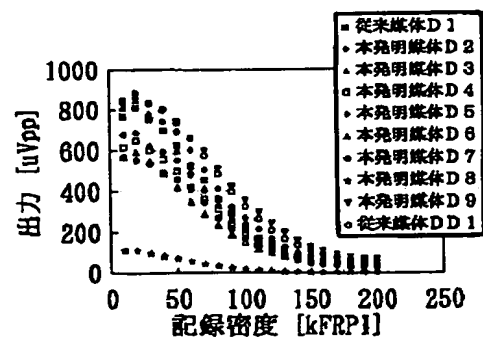
【図12】

| | 従来媒体 D1 | 本発明媒体 D2 | 本発明媒体 D3 | 本発明媒体 D4 | 本発明媒体 D5 |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 透磁率 | 1260 | 980 | 860 | 480 | 310 |
| 全体保磁力 [Oe] | 1.4 | 2.3 | 10.4 | 16.9 | 22.1 |
| 初期保磁力 [Oe] | 28.2 | 30.7 | 31.4 | 32.6 | 31.1 |
| 膜厚 [nm] | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| | 本発明媒体 D6 | 本発明媒体 D7 | 本発明媒体 D8 | 従来媒体 DD1 | 本発明媒体 D9 |
| 透磁率 | 95 | 60 | 7 | 1120 | 810 |
| 全体保磁力 [Oe] | 28.5 | 28.9 | 32.3 | 1.4 | 4.5 |
| 初期保磁力 [Oe] | 31.4 | 32.7 | 31.6 | 28.4 | 33.2 |
| 膜厚 [nm] | 300 | 300 | 300 | 350 | 250 |

【図13】



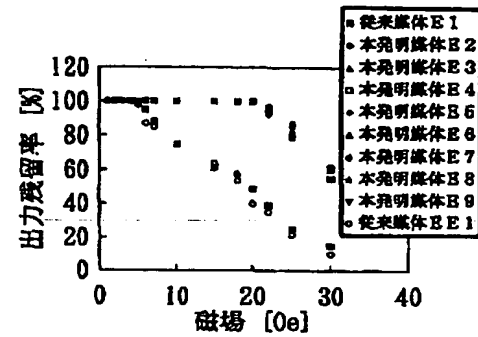
【図14】



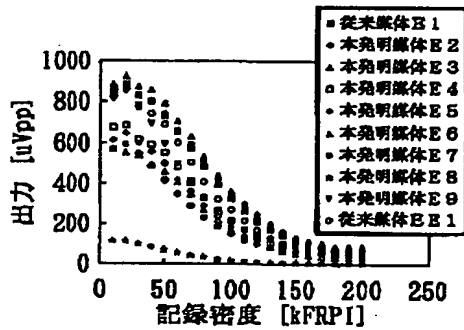
【図 15】

| | 従来媒体 E1 | 本発明媒体 E2 | 本発明媒体 E3 | 本発明媒体 E4 | 本発明媒体 E5 |
|------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 透磁率 | 1210 | 970 | 780 | 470 | 240 |
| 全体保磁力 [Oe] | 1.4 | 2.6 | 10.7 | 18.3 | 22.9 |
| 初期保磁力 [Oe] | 28.2 | 30.8 | 31.2 | 32.8 | 31.0 |
| 膜厚 [nm] | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| | 本発明媒体 E6 | 本発明媒体 E7 | 本発明媒体 E8 | 従来媒体 E9 | 本発明媒体 E9 |
| 透磁率 | 98 | 58 | 6 | 1150 | 910 |
| 全体保磁力 [Oe] | 28.6 | 29.7 | 32.2 | 1.1 | 4.9 |
| 初期保磁力 [Oe] | 31.4 | 32.7 | 31.9 | 28.4 | 33.0 |
| 膜厚 [nm] | 300 | 300 | 300 | 350 | 250 |

【図 16】



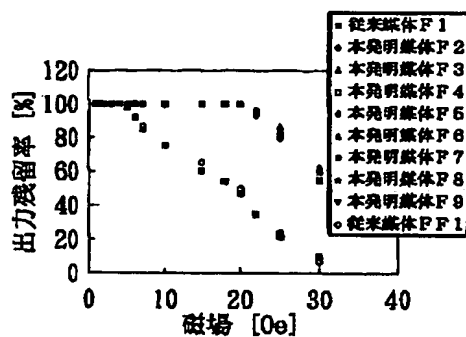
【図 17】



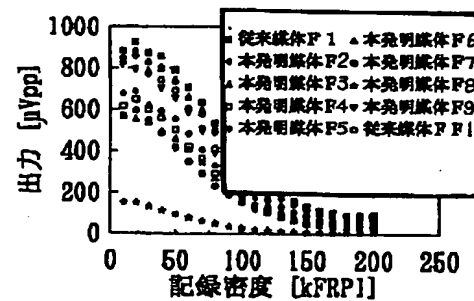
【図 18】

| | 従来媒体 F1 | 本発明媒体 F2 | 本発明媒体 F3 | 本発明媒体 F4 | 本発明媒体 F5 |
|------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 透磁率 | 1210 | 980 | 770 | 480 | 250 |
| 全体保磁力 [Oe] | 1.7 | 2.4 | 10.9 | 16.6 | 21.5 |
| 初期保磁力 [Oe] | 28.2 | 30.1 | 31.2 | 32.7 | 31.5 |
| 膜厚 [nm] | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| | 本発明媒体 F6 | 本発明媒体 F7 | 本発明媒体 F8 | 従来媒体 F9 | 本発明媒体 F9 |
| 透磁率 | 100 | 58 | 7 | 1130 | 970 |
| 全体保磁力 [Oe] | 28.6 | 30.0 | 32.7 | 1.9 | 4.7 |
| 初期保磁力 [Oe] | 31.7 | 32.6 | 32.0 | 28.5 | 33.7 |
| 膜厚 [nm] | 300 | 300 | 300 | 350 | 250 |

【図 19】



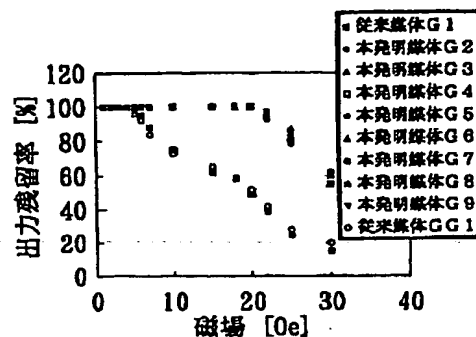
【図 20】



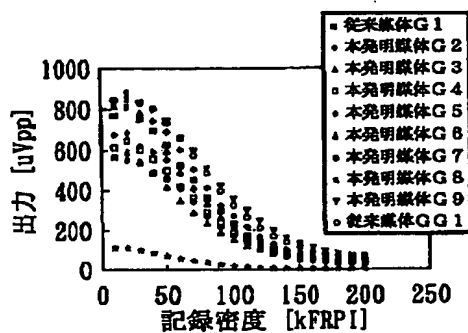
【図 2 1】

| | 従来媒体 G1 | 本発明媒体 G2 | 本発明媒体 G3 | 本発明媒体 G4 | 本発明媒体 G5 |
|------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 透磁率 | 1250 | 1000 | 770 | 480 | 270 |
| 全体保磁力 [Oe] | 1.8 | 2.4 | 10.4 | 16.2 | 21.4 |
| 初期保磁力 [Oe] | 28.9 | 31.1 | 31.3 | 32.8 | 30.8 |
| 膜厚 [nm] | 300 | 300 | 300 | 800 | 300 |
| | 本発明媒体 G6 | 本発明媒体 G7 | 本発明媒体 G8 | 従来媒体 GG1 | 本発明媒体 G9 |
| 透磁率 | 87 | 64 | 8 | 1140 | 990 |
| 全体保磁力 [Oe] | 29.5 | 29.7 | 32.6 | 1.1 | 4.9 |
| 初期保磁力 [Oe] | 31.5 | 32.9 | 31.4 | 29.2 | 33.7 |
| 膜厚 [nm] | 300 | 300 | 300 | 350 | 250 |

【図 2 2】



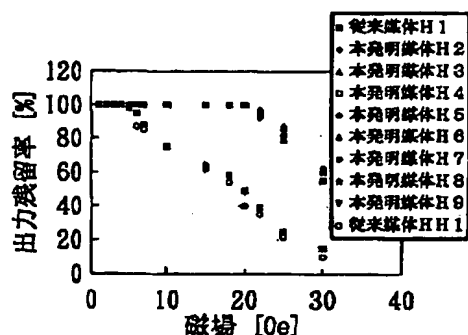
【図 2 3】



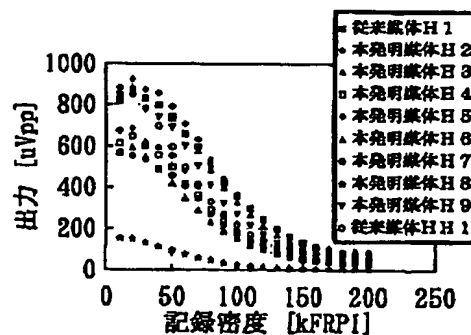
【図 2 4】

| | 従来媒体 H1 | 本発明媒体 H2 | 本発明媒体 H3 | 本発明媒体 H4 | 本発明媒体 H5 |
|------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 透磁率 | 1240 | 1000 | 780 | 380 | 260 |
| 全体保磁力 [Oe] | 1.8 | 2.4 | 10.8 | 16.2 | 21.1 |
| 初期保磁力 [Oe] | 28.6 | 31.2 | 32.1 | 32.9 | 30.1 |
| 膜厚 [nm] | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| | 本発明媒体 H6 | 本発明媒体 H7 | 本発明媒体 H8 | 従来媒体 HH1 | 本発明媒体 H9 |
| 透磁率 | 100 | 67 | 6 | 1180 | 940 |
| 全体保磁力 [Oe] | 29.5 | 29.6 | 32.7 | 1.6 | 5.1 |
| 初期保磁力 [Oe] | 31.4 | 32.7 | 31.3 | 29.7 | 33.4 |
| 膜厚 [nm] | 300 | 300 | 800 | 350 | 250 |

【図 2 5】



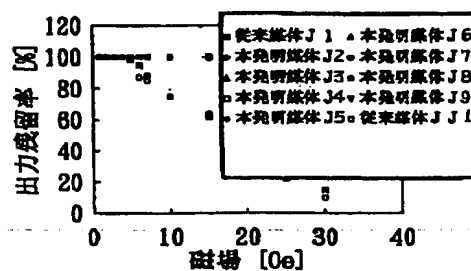
【図 2 6】



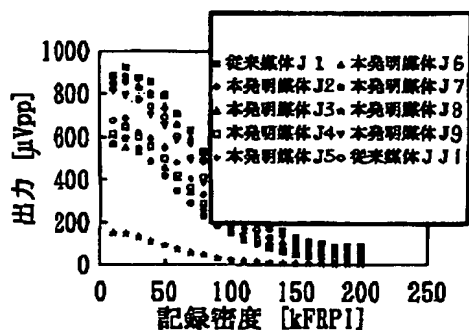
【図 27】

| | 従来媒体 J1 | 本発明媒体 J2 | 本発明媒体 J3 | 本発明媒体 J4 | 本発明媒体 J5 |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 透磁率 | 1220 | 990 | 800 | 390 | 270 |
| 全体保磁力 [Oe] | 1.8 | 2.1 | 10.0 | 16.2 | 21.7 |
| 初期保磁力 [Oe] | 28.5 | 81.6 | 91.7 | 82.5 | 90.4 |
| 膜厚 [nm] | 900 | 900 | 900 | 900 | 900 |
| | 本発明媒体 J6 | 本発明媒体 J7 | 本発明媒体 J8 | 従来媒体 JJ1 | 本発明媒体 J9 |
| 透磁率 | 100 | 64 | 6 | 1160 | 940 |
| 全体保磁力 [Oe] | 29.2 | 50.0 | 32.6 | 1.5 | 5.2 |
| 初期保磁力 [Oe] | 90.8 | 91.8 | 81.5 | 29.6 | 92.1 |
| 膜厚 [nm] | 900 | 900 | 900 | 350 | 250 |

【図 28】



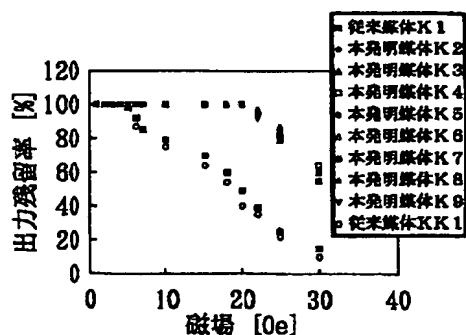
【図 29】



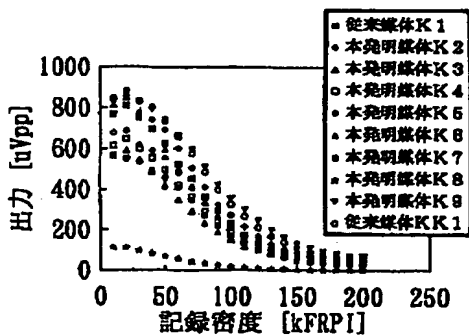
【図 30】

| | 従来媒体 K1 | 本発明媒体 K2 | 本発明媒体 K3 | 本発明媒体 K4 | 本発明媒体 K5 |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 透磁率 | 1220 | 990 | 800 | 390 | 270 |
| 全体保磁力 [Oe] | 1.4 | 2.7 | 9.9 | 16.7 | 21.4 |
| 初期保磁力 [Oe] | 28.6 | 91.9 | 91.7 | 92.1 | 90.8 |
| 膜厚 [nm] | 900 | 900 | 900 | 900 | 900 |
| | 本発明媒体 K6 | 本発明媒体 K7 | 本発明媒体 K8 | 従来媒体 KK1 | 本発明媒体 K9 |
| 透磁率 | 100 | 64 | 6 | 1160 | 940 |
| 全体保磁力 [Oe] | 29.2 | 29.7 | 32.7 | 1.5 | 5.7 |
| 初期保磁力 [Oe] | 90.8 | 92.0 | 91.7 | 29.2 | 92.0 |
| 膜厚 [nm] | 900 | 900 | 900 | 350 | 250 |

【図 31】



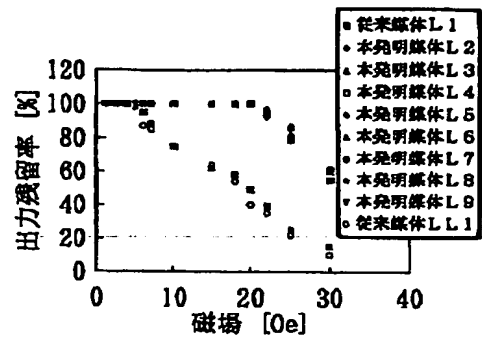
【図 32】



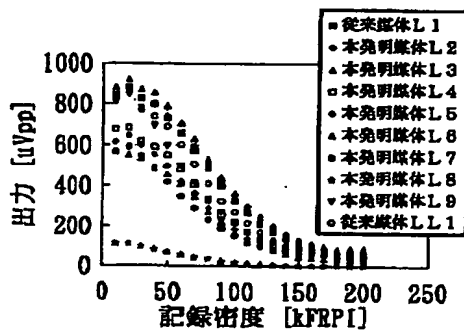
【図33】

| | 従来媒体 L1 | 本発明媒体 L2 | 本発明媒体 L3 | 本発明媒体 L4 | 本発明媒体 L5 |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 透磁率 | 1210 | 980 | 810 | 490 | 280 |
| 全体保磁力 [Oe] | 1.2 | 2.4 | 9.8 | 18.1 | 21.4 |
| 初期保磁力 [Oe] | 28.8 | 31.1 | 31.9 | 32.1 | 30.2 |
| 膜厚 [nm] | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| | 本発明媒体 L6 | 本発明媒体 L7 | 本発明媒体 L8 | 従来媒体 LL1 | 本発明媒体 L9 |
| 透磁率 | 100 | 65 | 20 | 1160 | 980 |
| 全体保磁力 [Oe] | 29.2 | 30.0 | 32.7 | 1.5 | 5.7 |
| 初期保磁力 [Oe] | 30.4 | 31.5 | 31.9 | 29.1 | 32.5 |
| 膜厚 [nm] | 300 | 300 | 300 | 350 | 250 |

【図34】



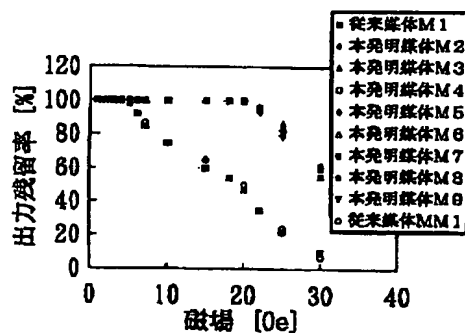
【図35】



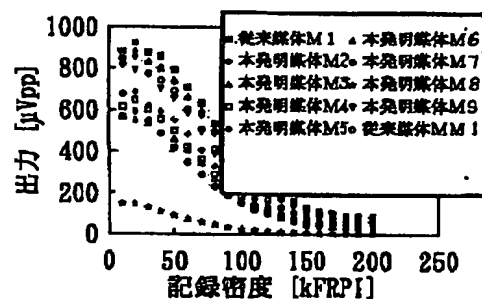
【図36】

| | 従来媒体 M1 | 本発明媒体 M2 | 本発明媒体 M3 | 本発明媒体 M4 | 本発明媒体 M5 |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 透磁率 | 1220 | 970 | 810 | 500 | 290 |
| 全体保磁力 [Oe] | 1.2 | 2.1 | 9.8 | 18.7 | 21.1 |
| 初期保磁力 [Oe] | 28.9 | 31.0 | 31.9 | 32.9 | 30.7 |
| 膜厚 [nm] | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| | 本発明媒体 M6 | 本発明媒体 M7 | 本発明媒体 M8 | 従来媒体 MM1 | 本発明媒体 M9 |
| 透磁率 | 100 | 58 | 20 | 1140 | 980 |
| 全体保磁力 [Oe] | 29.7 | 29.6 | 32.4 | 1.7 | 5.2 |
| 初期保磁力 [Oe] | 30.4 | 31.5 | 31.2 | 29.1 | 32.1 |
| 膜厚 [nm] | 300 | 300 | 300 | 350 | 250 |

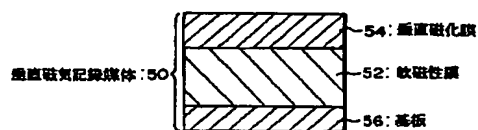
【図37】



【図38】



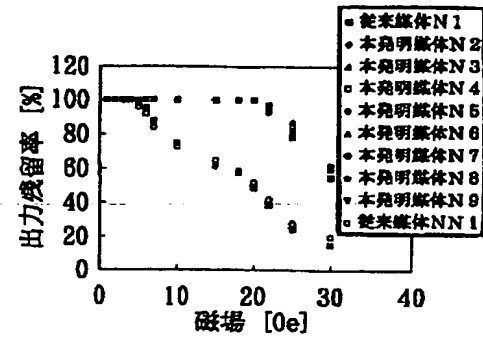
【図51】



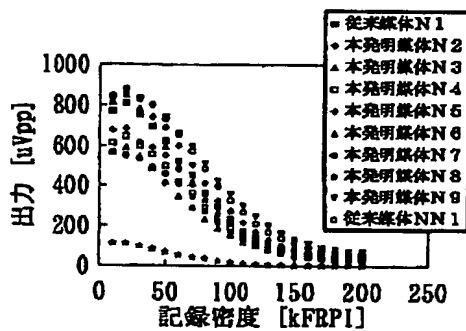
【図 39】

| | 従来媒体 N1 | 本発明媒体 N2 | 本発明媒体 N3 | 本発明媒体 N4 | 本発明媒体 N5 |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 透磁率 | 1210 | 980 | 820 | 490 | 280 |
| 全体保磁力 [Oe] | 1.2 | 2.1 | 10.8 | 15.1 | 21.9 |
| 初期保磁力 [Oe] | 29.1 | 81.8 | 82.1 | 88.8 | 90.2 |
| 膜厚 [nm] | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 |
| | 本発明媒体 N6 | 本発明媒体 N7 | 本発明媒体 N8 | 従来媒体 NN1 | 本発明媒体 N9 |
| 透磁率 | 100 | 57 | 32 | 1180 | 850 |
| 全体保磁力 [Oe] | 29.7 | 29.2 | 32.4 | 1.4 | 5.8 |
| 初期保磁力 [Oe] | 80.8 | 31.7 | 31.8 | 29.7 | 32.8 |
| 膜厚 [nm] | 800 | 300 | 300 | 850 | 250 |

【図 40】



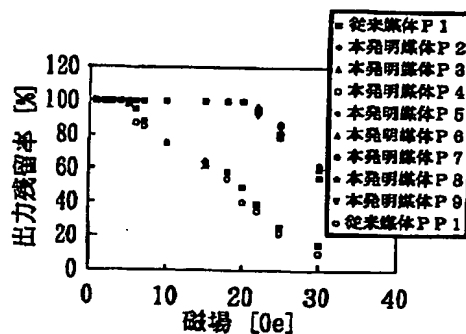
【図 41】



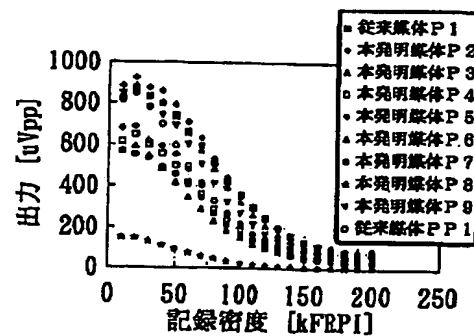
【図 42】

| | 従来媒体 P1 | 本発明媒体 P2 | 本発明媒体 P3 | 本発明媒体 P4 | 本発明媒体 P5 |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 透磁率 | 1240 | 980 | 820 | 480 | 270 |
| 全体保磁力 [Oe] | 1.2 | 2.4 | 10.8 | 15.7 | 21.2 |
| 初期保磁力 [Oe] | 28.9 | 91.9 | 92.0 | 83.7 | 90.1 |
| 膜厚 [nm] | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 |
| | 本発明媒体 P6 | 本発明媒体 P7 | 本発明媒体 P8 | 従来媒体 PP1 | 本発明媒体 P9 |
| 透磁率 | 100 | 59 | 27 | 1150 | 890 |
| 全体保磁力 [Oe] | 28.8 | 29.7 | 32.7 | 1.6 | 6.7 |
| 初期保磁力 [Oe] | 80.6 | 31.9 | 31.4 | 29.9 | 32.2 |
| 膜厚 [nm] | 800 | 300 | 300 | 850 | 250 |

【図 43】



【図 44】

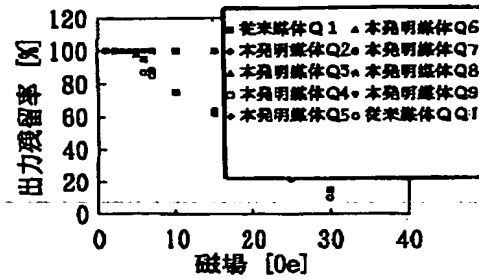


【図45】

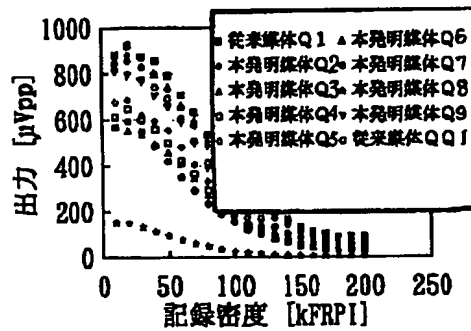
| | 従来媒体 Q1 | 本発明媒体 Q2 | 本発明媒体 Q3 | 本発明媒体 Q4 | 本発明媒体 Q5 |
|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 透磁率 | 1290 | 870 | 840 | 480 | 230 |
| 全体保磁力 [Oe] | 1.2 | 2.3 | 11.1 | 15.9 | 22.7 |
| 初期保磁力 [Oe] | 28.9 | 31.5 | 32.0 | 33.4 | 30.9 |
| 膜厚 [nm] | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |

| | 本発明媒体 Q6 | 本発明媒体 Q7 | 本発明媒体 Q8 | 従来媒体 Q9 | 本発明媒体 Q10 |
|------------|-------------|-------------|-------------|------------|--------------|
| 透磁率 | 100 | 69 | 33 | 1170 | 940 |
| 全体保磁力 [Oe] | 28.7 | 29.9 | 32.5 | 1.2 | 6.9 |
| 初期保磁力 [Oe] | 50.8 | 31.1 | 31.4 | 29.8 | 32.0 |
| 膜厚 [nm] | 300 | 300 | 300 | 950 | 250 |

【図46】



【図47】

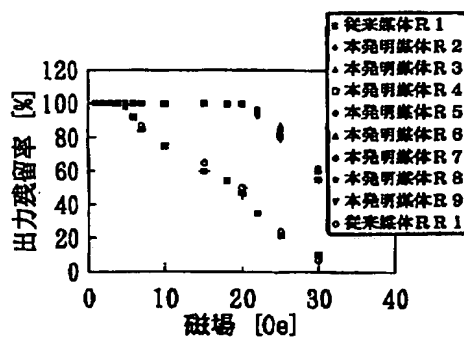


【図48】

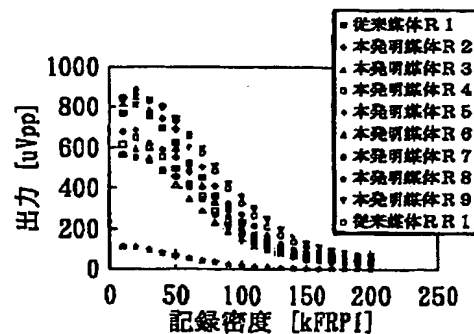
| | 従来媒体 R1 | 本発明媒体 R2 | 本発明媒体 R3 | 本発明媒体 R4 | 本発明媒体 R5 |
|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 透磁率 | 1270 | 880 | 870 | 450 | 210 |
| 全体保磁力 [Oe] | 1.2 | 2.8 | 12.7 | 15.4 | 22.9 |
| 初期保磁力 [Oe] | 28.8 | 31.2 | 32.0 | 33.7 | 30.9 |
| 膜厚 [nm] | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |

| | 本発明媒体 R6 | 本発明媒体 R7 | 本発明媒体 R8 | 従来媒体 R9 | 本発明媒体 R10 |
|------------|-------------|-------------|-------------|------------|--------------|
| 透磁率 | 100 | 61 | 33 | 1110 | 920 |
| 全体保磁力 [Oe] | 28.7 | 29.6 | 32.1 | 1.7 | 7.0 |
| 初期保磁力 [Oe] | 50.4 | 31.0 | 31.8 | 29.4 | 32.4 |
| 膜厚 [nm] | 300 | 300 | 300 | 950 | 250 |

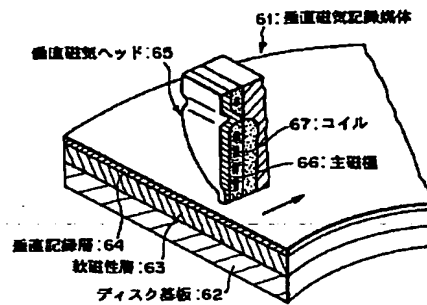
【図49】



【図50】



【図52】



フロントページの続き

(72)発明者 田上 勝通
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
式会社内

Fターム(参考) 5D006 BB02 CA01 CA04 CA05 DA03
DA08 FA00